ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JUILLET 1946.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE CARTAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion de la Fête Nationale la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 17 juillet au lieu du lundi 15.

SPECTROSCOPIE. — *Application à des molécules intéressantes de l'analyse nouvelle des spectres moléculaires. Catalyse négative. Composés de l'uranium et du thorium.* Note (¹) de M. **Henri Deslandres.**

Dans plusieurs Notes précédentes (²) j'ai étudié la catalyse positive et montré que le catalyseur et le catalysé sont unis par une relation simple. Le catalysé a des vibrations communes avec le catalyseur ou simplement en commun des nombres s' d'électrons activables. J'ai annoncé que la Note suivante serait consacrée en partie à la catalyse négative.

I. Dans cette dernière catalyse, les deux molécules doivent être au contraire en opposition. J'ai consulté utilement l'article de Dufraisse inséré dans la Chimie de Grignard, sur les antioxygènes qui se rattachent à la catalyse négative.

La première observation d'un antioxygène est due à Berthollet qui, en 1797, a annoncé que l'oxyluminescence du phosphore est arrêtée par des traces de composés sulfurés. Les nombres s' d'électrons activables dans les deux corps, le phosphore et le soufre, sont différents.

En 1865 Rump signale que des traces d'alcool préservent le chloroforme de l'air et de son oxygène. Or le chloroforme $CHCl_3$ a les nombres s' 5 et 7, et l'alcool C_2H_5 OH le nombre s'9.

Le sulfite de sodium se transforme en sulfate, mais l'alcool benzylique, les

---

(¹) Séance du 1er juillet 1946.

(²) Les deux dernières Notes consacrées en partie à la catalyse positive sont les suivantes : du 26 février et du 2 juillet 1945; 220, 1945, p. 263 et 221, 1945, p. 10.

phénols et l'aniline ont une action retardatrice, leurs nombres s' d'électrons activables étant différents des s' du sulfate.

L'aldéhyde benzoïque $C_6H_5—C\langle{}^{O}_{H}$ est formé de deux parties; étant oxydée, il devient $C_6H_5—CO_2H$, dont les nombres s' sont 17, 29, 51 et 11, 17, 23. Le soufre, qui est l'antioxydant, avec ses 16 électrons, ne s'accorde pas avec le nombre 17.

Mais je n'ai pas continué la recherche, les données expérimentales étant devenues insuffisantes. J'ai porté mon effort sur d'autres questions.

II. Les quatre lois des fréquences moléculaires, annoncées précédemment [3], ont été vérifiées sur plus de 600 molécules très différentes par les nombres d'atomes et d'électrons, mais la recherche a été appliquée surtout à des molécules formées d'atomes légers qui ont été les premières étudiées, et dont les spectres Raman sont connus.

J'ai recherché récemment si ces lois s'appliquaient aussi bien aux molécules des atomes les plus lourds, l'uranium et le rhodium, qui d'ailleurs actuellement retiennent l'attention de tous.

Leurs spectres Raman n'ont pas encore été publiés, et je m'appuierai uniquement sur les formules de constitution.

Uranium. — Les sous-anneaux successifs de l'uranium à partir de l'extérieur, d'après les Chimies de Martinet (1934) et de Holleman (1928), sont les nombres s' d'électrons activables

$$2/6,12,\ 14/24,30,\ 32/46,86,\ 62,64/74,80,\ 82/88,\ 90/92.$$

La surface brillante du lingot d'uranium se recouvre d'une pellicule d'oxyde quand il est en contact avec l'air pendant quelque temps, et le lingot prend feu entre 150 et 170° en donnant l'oxyde vert U_3O_8. L'uranium offre d'ailleurs 3 oxydes :

l'oxyde d'uranium UO_2, dont les parties U et O_2 ont chacune 12 électrons s' et peuvent mettre la même fréquence;

l'oxyde d'uranium hexavalent UO_3 avec 12 électrons de U et O_2 et

---

(3) Je rappelle brièvement ces 4 lois : La radiation de fréquence ν émise par un atome ou groupe d'atomes est liée au nombre s' d'électrons activés par la formule simple $\nu = q\, d_1/s'r'$; d_1 étant la constante universelle 1062,5, mesurée avec précision, q et r' étant des uombres entiers. Les électrons sont activés non un à un, mais par sous-anneaux successifs à partir de l'extérieur. Les premiers sous-anneaux, puis les 1ers et 2es sous-anneaux, puis les 1ers, 2es et 3es, etc., donnent une fréquence. De plus la molécule est divisée en parties qui émettent la même fréquence. Puis la 4e loi : souvent la formule de constitution, indique la division en deux parties dont les nombres d'électrons ont une différence qui est un petit nombre pair, 2, 4, 6 ou 8. L'ionisation intérieure intervient alors pour assurer l'égalité des nombres d'électrons activés, dans les deux parties, et aussi l'égalité des fréquences émises.

6 électrons de O. La molécule est du type ClH, du type où le nombre s' d'électrons d'une partie est un sous-multiple du nombre d'électrons des autres parties;

l'oyyde vert U_3O_8 avec 3 parties de 12 électrons et 4 parties de 12 électrons.

L'hydroxyde d'uranium tétravalent $U(OH)_4$ avec 3 parties de 14 électrons.

Le fluorure d'uranium F_4U offrant les mêmes divisions.

Le pyrophosphate d'uranium P_2O_7U avec 9 parties de 6 électrons.

Le métaphosphate $(PO_3)_4U$ avec 15 parties de 6 électrons.

L'orthophosphate $(PO_4)_4U_3$ avec 21 parties de 6 électrons.

L'oxalate d'uranium $(C_2O_4)_2$, $6H_2O$ avec 10 parties de 12 électrons.

Le fluorure d'uranium F_6O avec 4 parties de 14 électrons.

L'azotate d'uranyle $(NO_2)_2UO_2$, $6H_2O$ avec 14 parties de 6 électrons.

Chlorure d'uranyle $Cl_2(UO_2)$, $3H_2O$ avec 3 parties de 30 électrons.

Sulfure d'uranyle $S(UO_2)$ 3 parties de 12 électrons.

Sulfate d'uranyle $SO_4(UO_2)$, $3H_2O$, 5 parties de 12 électrons et une partie de 6.

Azotate d'uranyle $(NO_3)_2(UO_2)$ 10 parties de 6 électrons.

Oxalate complexe $(C_2O_4)_3(UO_2)_2K_2$, $4H_2O$, 28 fois 6, plus une fois 18.

Carbure d'uranium C_2U avec 3 fois 6 électrons.

Sulfure d'uranium S_2U avec trois fois 6 électrons.

Ces 18 composés et leurs formules sont tirés de la Chimie de Pascal tome XI et de l'article de Flatt sur l'uranium.

Thorium. — Le thorium, de nombre atomique 90, a autour du noyau 2 électrons de moins que l'uranium; ses composés, comme ceux de l'uranium, sont décomposables en parties qui ont le même nombre d'électrons activés, et donc les mêmes fréquences. J'ai vérifié le fait sur 15 molécules présentées par Boulanger dans la Chimie de Pascal.

La loi qui exige la division de la molécule en parties qui émettent la même fréquence est vérifiée d'une manière nette dans les composés de l'uranium et du thorium [4]. De plus ces deux atomes lourds s'unissent aux éléments de l'air et de l'eau avec incandescence et la forte chaleur ainsi dégagée doit se retrouver dans la bombe atomique.

Dans la Note précédente du 12 décembre 1945 j'ai émis l'idée que les étoiles nouvelles doivent être de gigantesques bombes atomiques; mais les durées d'émission des deux phénomènes sont très différentes, quelques minutes avec la bombe et quelques mois avec l'étoile nouvelle. Il est probable que l'étoile s'allume lorsque les couches d'atomes lourds arrivent et se succèdent à la surface de l'étoile. Il faudra suivre l'accord de ces hypothèses avec les faits.

Dans cet ordre d'idées, la plupart des étoiles, à un moment de leur longue existence, doivent devenir des étoiles nouvelles.

---

(4) En fait, parmi les 600 molécules étudiées, celles qui ne sont pas en accord avec cette loi sont en très petit nombre, et, de plus, ne sont pas stables.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Papilionacées. Développement de l'embryon chez l'*Orobus vernus *L.* (Lathyrus vernus *Bernh.*). Note de **M. René Souèges.**

On doit à Léon Guignard ([1]) les premiers renseignements sur l'embryogénie des *Orobus*. Ce savant a examiné huit espèces de ce genre, tout particulièrement l'*O. angustifolius* L. (*Lathyrus canescens* Gren. et Godr.). Il s'est surtout étendu sur la formation et les caractères des deux paires superposées de vésicules plurinucléées qui constituent le suspenseur *sensu stricto*. Pour ce qui est de la cellule embryonnaire proprement dite, ses observations, d'ailleurs contradictoires, se sont limitées aux toutes premières segmentations. Il importait de déterminer avec exactitude tous les détails des processus du développement chez une espèce au moins du groupe et de comparer les résultats obtenus avec ceux qu'a déjà permis d'établir l'étude d'autres Papilionacées ou de certaines Fumariacées.

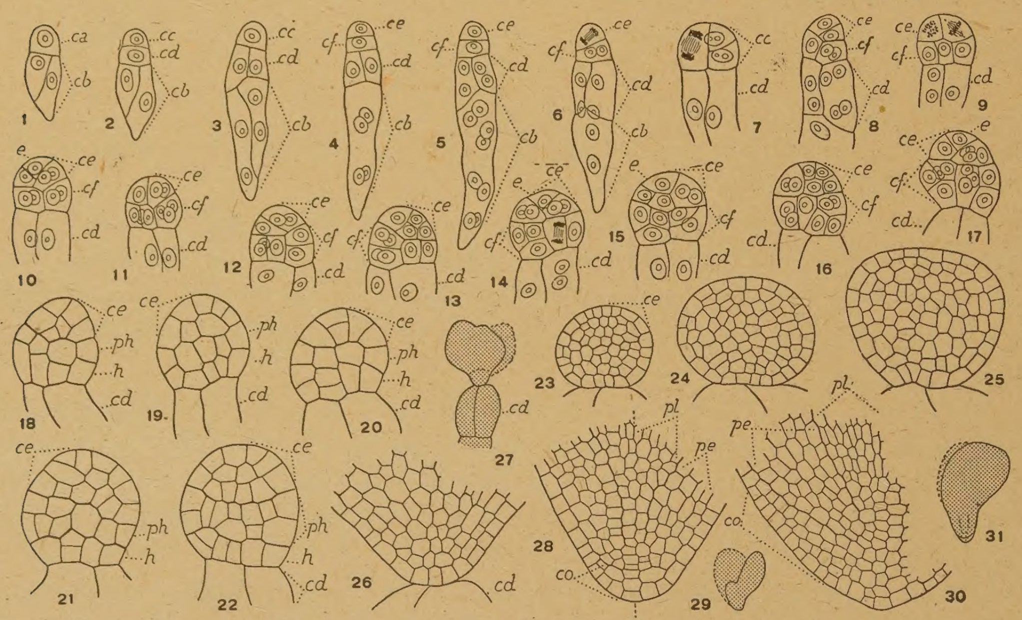


Fig. 1 à 31. — *Orobus vernus* L. — Les principaux termes du développement de l'embryon. *ca*, cellule apicale du proembryon bicellulaire; *cd* et *cb*, les deux paires en superposition croisée de vésicules haustoriales; *cc*, cellule embryonnaire proprement dite; *ce*, cellule-fille supérieure de *cc* ou partie cotylée; *cf*, cellule-fille inférieure de *cc*; *e*, épiphyse; *ph*, partie hypocotylée; *h*, assise génératrice du groupe hypophysaire; *pe*, périblème; *pl*, plérome; *co*, coiffe. En 27, 29, 31, aspect général de l'embryon d'où sont tirés les détails des figures 26, 28 et 30. G. = 270; 80 pour la figure 27; 42 pour les figures 29 et 31.

Chez l'*Orobus vernus*, la cellule embryonnaire proprement dite, *cc*, fille supérieure de la cellule apicale (*fig.* 3), se divise le plus souvent transversalement (*fig.* 4). La cellule

([1]) *Ann. Sc. nat. Bot.*, 6e série, **12**, 1881, p. 57.

supérieure ainsi engendrée, *ce*, se segmente, de manière générale, obliquement et la cellule inférieure, sa sœur, *cf*, longitudinalement (*fig.* 6, 8). Les quatre éléments engendrés de la sorte ont valeur de quadrants. Des cloisons, l'une oblique, l'autre verticale méridienne, donnent, aux dépens de *ce*, quatre éléments groupés en tétraèdre qui correspondent à des octants supérieurs, celui du sommet prenant les caractères d'une épiphyse. Dans les cellules juxtaposées, filles de *cf*, les cloisons sont généralement verticales et séparent quatre octants inférieurs (*fig.* 10). Des variations s'observent dans ces premières divisions : il est certain que la paroi de segmentation dans la cellule embryonnaire *cc* peut être parfois verticale comme le démontre la figure 7; que la cloison dans l'élément *ce* peut être également verticale, de sorte que, aux divisions immédiatement suivantes, il n'apparaît pas d'épiphyse et que les octants supérieurs se groupent régulièrement autour de l'axe dans un plan horizontal; il est évident, en outre, que, dans l'une ou l'autre des deux cellules juxtaposées en *cf*, la paroi peut se disposer transversalement (*fig.* 13, 14, 15 à g.).

Les octants supérieurs produisent la partie cotylée. Les premières divisions apparaissent d'abord dans les cellules sous-épiphysaires (*fig.* 14 à 17); elles ne conduisent nullement à la séparation d'emblée du dermatogène. La segmentation procède irrégulièrement (*fig.* 13 à 21), faisant disparaître bientôt toute trace de différenciation d'une épiphyse. En 22, se montre un peu de régularité : au-dessous d'un groupe cellulaire, situé au sommet, donnant naissance à l'épicotyle, se distingue une assise aux dépens de laquelle se développeront latéralement les cotylédons.

Les quatre octants inférieurs (*fig.* 11, 12 à g., 13, 14 à d.) se segmentent d'abord longitudinalement. A ces cloisons longitudinales succèdent des parois transversales (*fig.* 14, 17, 18), de sorte que les quatre octants se partagent en deux assises nettes, *ph* et *h* (*fig.* 18, 19). Ces deux assises, *ph* d'abord, *h* ensuite, prennent de nouvelles cloisons transversales, puis longitudinales; les éléments qu'elles produisent arrivent bientôt à se confondre; les limites qui séparent l'assise *ph* de la partie cotylée s'effacent elles-mêmes, de sorte que les coupes des formes proembryonnaires, aux stades précédant la naissance des cotylédons, n'offrent aucune différenciation intérieure (*fig.* 23 à 25). Le dermatogène lui-même ne se montre pas définitivement individualisé.

Les figures 26, 28, 30 donnent une idée du mode d'organisation de l'extrémité radiculaire. En 28 seulement, la coiffe commence à se constituer et les cellules intérieures se disposent en séries longitudinales procédant du mode de division qui préside à la différenciation et au fonctionnement des initiales de l'écorce et du plérome de la racine. On peut admettre que cette région des initiales, celle des initiales du périblème tout au moins, dérive de l'assise *h*, l'assise *ph* engendrant ce qui correspond à l'hypocotyle.

Il est certain que l'embryon proprement dit et la plante tout entière tirent origine, chez l'*Orobus vernus*, de la cellule *cc*, fille supérieure de la cellule apicale, petite-fille de l'oospore. Il paraît évident, en outre, que, d'une manière générale, on retrouve dans la cellule *ce* de l'*Orobus*, jusqu'au stade des octants, les processus de division qui ont été décrits au sujet du *Fumaria officinales* ([2]), et que les octants ont, dans les deux cas, les mêmes destinées. Aucune différence vraiment essentielle ne permet de séparer les deux espèces; elles se rangent dans la deuxième période, dans le mégarchétype VI et le 13e groupe de la classification embryogénique. Une variante serait cependant à envisager

([2]) R. Souèges, *Comptes rendus*, 213, 1941, pp. 528 et 699.

comportant un cloisonnement longitudinal dans la cellule *cd*. — Le *principe de la correspondance des formes* joue pour l'*Orobus* comme pour le *Fumaria*, les lois embryogéniques s'appliquant à la cellule apicale conduisent, dans les deux cas, à la formation de deux cellules superposées, *cc* et *cd*, à la première génération, d'une tétrade en T renversé à la deuxième (*fig.* 4), de quadrants agencés en deux dyades superposées à la troisième, et enfin, à la quatrième génération, de huit octants avec disposition en tétraèdre des quatre octants supérieurs. — Les formes qui, dans les deux espèces, procèdent du cloisonnement tout d'abord longitudinal de la cellule *cc*, se sont montrées peu fréquentes et nettement aberrantes.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Quelques remarques sur les jets gazeux supersoniques et les canons-fusées*. Note [1] de M. **Dimitri Riabouchinsky**.

Le problème d'un jet gazeux supersonique, ne comprenant des discontinuités d'aucun ordre, issu d'une tuyère à section carrée [2], est complètement déterminé par les équations

$$(1)\quad \begin{cases} x_1 = \varphi_1 - \alpha\ (\sin w_1 + \sin \overline{w}_1 + \sin w_2 + \sin \overline{w}_2 - \cos w_1 - \cos \overline{w}_1 + \cos w_2 + \cos \overline{w}_2), \\ y_1 = \psi'_1 + \alpha b\,(\sin w_1 - \sin \overline{w}_1 + \sin w_2 - \sin \overline{w}_2 - \cos w_1 + \cos \overline{w}_1 + \cos w_2 - \cos \overline{w}_2), \\ z_1 = \psi'_2 + \alpha b\,(\sin w_1 - \sin \overline{w}_1 - \sin w_2 + \sin \overline{w}_2 - \cos w_1 + \cos \overline{w}_1 - \cos w_2 + \cos \overline{w}_2); \end{cases}$$

$$(2)\quad w_1,\ \overline{w}_1 = \varphi_1 \pm b(\psi'_1 + \psi'_2), \qquad w_2,\ \overline{w}_2 = -\varphi_1 \mp b(\psi'_1 - \psi'_2); \qquad b^2 + 1 = \frac{q_1^2}{2c^2};$$

$$(3)\quad \frac{p - p_1}{\rho_1 q_1^2} = \frac{\partial x_1}{\partial \varphi_1} - 1 = 2\sqrt{2}\cos\varphi'_1\,[\cos b(\psi'_1 + \psi'_2) - \cos b(\psi'_1 - \psi'_2)], \qquad \frac{q}{q_1} = 2 - \frac{\partial x_1}{\partial \varphi_1},$$

où $\varphi'_1 = (\pi/4) - \varphi_1$ Les notations des Notes précitées [2] sont conservées, sauf que nous avons désigné par b le produit aa_1. Les variables sans dimensions x_1, y_1, z_1, φ_1, ψ'_1, ψ'_2 ont été définies dans la première des Notes [2], par exemple $x_1 = x/h$. Dans la présente Note, le paramètre h, qui a la dimension d'une ligne, est lié à la longueur L des côtés de l'ouverture de sortie de la tuyère par la relation $\pi h = b\mathrm{L}$. Les quatre *surfaces de courant* $\psi'_1 = 0$, $\psi'_2 = 0$, $b\psi'_1 = \pi$, $b\psi'_2 = \pi$, limitant le jet, sont, en raison de (3), des surfaces de pression et vitesses constantes. D'autre part, en raison de (1), on a sur ces surfaces de courant, $x_1 = \varphi_1$. On peut interpréter ce dernier résultat en disant que chaque plan $x_1 = c_1$ et chaque surface équipotentielle $\varphi_1 = c_1$ coupent la surface limitant le jet suivant la même courbe plane. Ces *courbes* sont des carrés rectilignes si $c_1 = -(1/4)\pi + 2n\pi$ ou $c_1 = (3/4)\pi + 2n\pi\,(\pm n = 0, 1, 2, 3, \ldots)$, et des carrés curvilignes convexes ou concaves pour les autres valeurs de c_1. Les quatre côtés de ces carrés étant symétriques par rapport à l'axe du jet, il suffit de donner l'équation des côtés situés par exemple sur la surface de

---

(1) Séance du 1er juillet 1946.

(2) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 472; 208, 1939, p. 1765; 213, 1941, p. 424.

courant $\psi'_1 = 0$. Il vient ainsi

(4) $x = c_1, \quad y_1 = 4\alpha b\sqrt{2}\cos c'_1 \sin b\psi'_2, \quad z_1 = \psi'_2, \quad c'_1 = (\pi/4) - c_1,$

où, pour toute valeur de c_1, il faut faire varier $b\psi'_2$ de zéro à π. Il résulte de (3) que les surfaces équipotentielles $\varphi_1 = c_1$ dont l'intersection avec la surface limitant le jet est un carré rectiligne, est une surface de pression et vitesse constantes, $p = p_1$, $q = q_1$. L'un de ces carrés qui correspondent à une détente complète peut donc être considéré comme section de sortie d'une tuyère de Laval à section carrée. Les sommets de tous ces carrés, rectilignes ou curvilignes, sont situés sur quatre droites parallèles à l'axe du jet. Ces droites étant des lignes de courant de la surface limitant le jet, la vitesse en tous leurs points est constante et *parallèle à cet axe*; cette remarquable propriété des *arêtes* de pareils jets se conserve même en présence d'ondes de choc ([2]).

Les lignes de courant et les *lignes équipotentielles* dans les sections du jet par

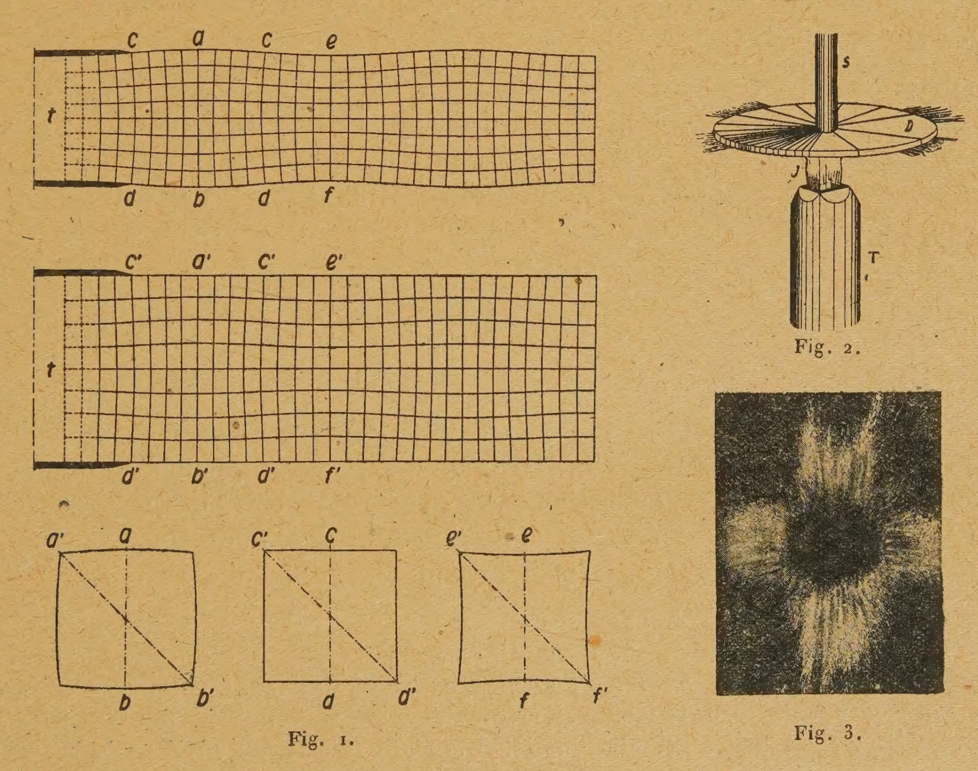


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

l'un des *plans médians*, par exemple $b\psi'_2 = (1/2)\pi$, et par l'un des *plans diagonaux*, par exemple $\psi'_1 = \psi'_2$, sont définies respectivement par les équations (5) et (6)

(5) $x_1 = \varphi_1 - 4\sqrt{2}\alpha \sin b\psi'_1 \sin\varphi'_1, \qquad y_1 = \psi'_1 + 4\sqrt{2}\alpha b \cos b\psi'_1 \cos\varphi'_1, \qquad z_1 = \frac{\pi}{2b};$

(6) $x_1 = \varphi_1 + 2\sqrt{2}\alpha(\cos 2b\psi'_1 - 1)\sin\varphi'_1, \qquad r_1 = \sqrt{y_1^2 + z_1^2} = \sqrt{2}\psi'_1 + y\alpha b \sin 2b\psi'_1 \cos\varphi'_1.$

La valeur du paramètre α peut être définie par l'angle d'évasement maximun θ de la tuyère au voisinage de sa section de sortie. En dérivant les équations (5) par rapport à φ et en posant par exemple $b\psi'_1 = \pi$, $\theta = 5°$, $q_1/c = \sqrt{3} = 1,73$, il vient, pour $\varphi_1 = (3/4)\pi$, $\tan\theta = 4\sqrt{2}\alpha b = 0,875$, $b = 1$, $\alpha = 0,0155$. Les lignes de courant, les lignes équipotentielles et trois sections orthogonales du jet, calculées d'après les équations (5), (6) et (4) en donnant aux paramètres b et α les valeurs susdites, sont représentées dans la figure 1.

La particularité des arêtes de la surface limitant le jet que notre théorie a mise en évidence, se conserve dans l'épanouissement en forme de croix que subit le jet lorsqu'il rencontre un obstacle, par exemple le disque D, fixé au bras S d'un support, de la figure schématique 2. On met en évidence que la vitesse radiale est presque nulle dans les angles morts en recouvrant la surface noircie du disque de peinture blanche et en enregistrant la façon dont la peinture est balayée par le souffle du jet J issu de la tuyère T. L'épreuve négative d'une photographie obtenue dans ces conditions est reproduite dans la figure 3. Pour établir un lien entre cette expérience et celles que M. Henri Muraour a considérées récemment [3], on pourrait utiliser un *canon fusée* [4], par exemple le canon ou fusil antichars américains *bazooka*, en lui donnant la forme d'un cylindre de section carrée et en enregistrant dans l'obscurité la luminosité des gaz éjectés vers l'arrière, l'axe de l'objectif étant dans le prolongement de celui du canon. On peut s'attendre que dans ces conditions le jet gazeux butant contre l'air environnant tendra à s'étaler en quatre gerbes correspondant aux quatre faces planes du canon, pourvu que ce phénomène ne soit pas masqué par l'explosion secondaire extérieure des gaz éjectés au contact de l'air.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude du benzsélénazole et de quelques-uns de ses dérivés.* Note [1] de MM. **Charles Courtot** et **Jean Develotte**.

I. Disons tout d'abord que nous avons amélioré la préparation du sel de zinc de l'orthoaminosélénophénol et que nous sommes arrivés à des rendements pratiquement constants de l'ordre de 80 %, quelle que soit la poudre de zinc utilisée. Les détails de cette amélioration paraîtront prochainement dans un autre périodique, afin de ne pas alourdir cette Communication.

Le benzsélénazole est désormais un produit très accessible.

---

[3] *Comptes rendus*, **222**, 1946, pp. 1104-1105.

[4] *Bull. de l'Institut Aérodynamique de Koutchino*, **6**, Paris, 1920, p. 75; *Mémorial de l'Artillerie française*, **11**, 1923, p. 690; *Rocket Gun*, Brevet d'invention n° 1.661.091, demandé le 10 juin 1924 à Washington, délivré le 28 février 1928; *Bulletin Scientifique et Technique du Ministère de l'Air*, **157**, Paris, 1939, pp. 80-92. En 1926 l'auteur a adressé à l'Office national des inventions à Bellevue une communication (récépissé n° 42089 du 28 juin 1926) relatif à un fusil lance-harpon. Ce fusil, basé sur le même principe que le canon-fusée de l'auteur, était destiné à la chasse aux *marsouins* et *bélugas* et peut être utilisé directement par le chasseur qui le porte, malgré la masse et la vitesse initiale considérables du projectile. Ces animaux aquatiques causant des dégâts importants aux filets des sardiniers, l'Office de Bellevue, sur la demande du Sous-Secrétariat d'État des ports de la marine marchande et des pêches, étudiait les moyens de parer à ce mal.

[1] Séance du 24 juin 1946.

II. Quant au méthyl-2 benzsélénazole, il a été obtenu par action de l'anhydride acétique sur le sel de zinc de l'aminosélénophénol avec un rendement de 78 %. Clark ([2]) utilisait le chlorure d'acétyle et le rendement accusé par cet auteur n'était que de 68 %; nous avons étudié quelques-unes de ses propriétés réactives qui sont, disons-le tout de suite, beaucoup plus faibles que celles du méthyl-2 benzthiazole. Nous avons pu cependant faire entrer ce composé sélénié dans quelques réactions intéressantes :

1° *Action du brome.* — En solution chloroformique refroidie, le méthyl-2 benzsélénazole fixe l'halogène; il se forme une poudre orangée possédant une odeur très nette de brome; il y a perte rapide de l'halogène fixé sur le sélénium et l'azote de ce composé, et à l'air humide on obtient finalement le méthyl-2 benzsélénazole libre, comme il résulte des dosages de brome, effectués au cours de la transformation du composé primitivement le plus halogéné.

Des essais de préparation de séléninones par action d'une base sur le dérivé dibromé au sélénium, selon une méthode indiquée par Krafft et Vorster ([3]) et Motamédi ([4]) sur le séléniure de diphénylène, ne donnent aucun résultat; on régénère purement et simplement le méthyl-1 benzsélénazole. L'atome de sélénium engagé dans le cycle polyhétérogène a donc ses propriétés partiellement affaiblies.

2° Par contre le groupe méthyle du méthyl-2 benzsélénazole permet d'intéressantes condensations avec les aldéhydes aromatiques, sous l'influence du chlorure de zinc, alors qu'il semble inactif avec les cétones aliphatiques ou aromatiques ou les aldéhydes aliphatiques.

a. Avec le benzaldéhyde on obtient, par élimination d'une molécule d'eau provenant de deux atomes d'hydrogène du groupement méthyle avec l'oxygène de la fonction aldéhyde, le benzsélénazolyl 2-phényléthylène, cristaux orangés (F 123°) le rendement est sensiblement quantitatif. Ce produit conduit à un picrate fondant à 212°.

b. Avec le paranitrobenzaldéhyde on arrive au benzsélénazolyl 2-paranitrophényl éthylène, corps bien cristallisé, d'un jaune soufre F 228°, dont le picrate fond à 214°.

c. L'aldéhyde anisique conduit, également avec un excellent rendement, au benzsélénazolyl-2 paraméthoxyphényléthylène, corps jaune pâle F 128°, dont le picrate fond à 202°.

On a formé l'éthyliodure de benzsélénazolyl 2-phényléthylène, cristaux rouge vif, F 227° (avec décomp.) en condensant l'éthyliodure de méthyl-2 benzsélénazole F 210-211° avec l'aldéhyde benzoïque, sous l'action de Cl_2Zn.

([2]) *Journ. of the Chem. Soc. London*, 2, 1928, p. 2313.
([3]) Krafft et Vorster, *Ber. chem. Ges.*, 26, 1893, p. 2813.
([4]) *Thèse de Doctorat*, Nancy, 1936, p. 47.

Le rendement est seulement de 35 % de la théorie, alors que le rendement en ce produit rouge est sensiblement quantitatif en faisant agir le benzsélénazolyl 2-phényléthylène avec de l'iodure d'éthyle en tube scellé, à 100°, pendant 12 heures.

3° On ne peut obtenir aucune condensation avec les dérivés à halogène mobiles tels que le monochloracétate d'éthyle, le chlorure de benzyle et le dinitrochlorobenzène 4.2.1, même en s'aidant de bases nucléaires ou de diméthylaniline, susceptibles d'éliminer dans de nombreux cas, ClH.

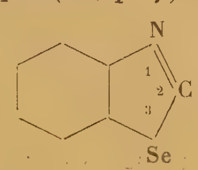
4° Signalons enfin que le méthyl-2 benzsélénazole réagit lentement sur le bromure d'éthylmagnésium, avec dégagement quantitatif d'éthane, mais avec une résinification considérable, que l'opération soit réalisée soit en milieu d'éther anhydre, soit en milieu toluénique. De plus le magnésien vraisemblablement formé ne réagit pas ensuite sur des réactifs antagonistes. Les propriétés du méthyl-2 benzsélénazole sont donc, de ce point de vue, très voisines de celles du benzsélénazole lui-même comme nous l'avons montré ([5]).

III. *Préparation du phénylbenzsélénazole.* — Ce corps a été préparé par Bauer ([6]) par action du chlorure de benzoyle sur le sel de zinc de l'orthoaminosélénophénol (le rendement n'est pas mentionné). Fromm ([7]) fait réagir le sélénium sur la benzoylaniline et n'aboutit qu'à un rendement de 20 %.

Nous avons repris la méthode de Bauer, en opérant la condensation du chlorure de benzoyle sur le sel de zinc de l'orthoaminosélénophénol préparé selon la technique signalée au paragraphe I de la présente Note, mais en présence d'un mélange de pyridine et de chloroforme. On arrive régulièrement à obtenir un rendement de 60 %. Le phényl-2 benzélénazole se présente sous forme de longues aiguilles blanches, solubles dans tous les solvants organiques usuels; il fond à 116°. Nous en avons formé le picrate fusible à 134-135°. L'iodométhylate du 1-phénylbenzsélénazole a été formé selon les prescriptions de Clark ([8]) par chauffage du 2-phénylbenzsélénazole avec de l'iodure de méthyle à 100°, pendant 26 heures. Il forme des aiguilles jaunes fondant à 211-212°. Par contre la même technique utilisée en vue de condenser de l'iodure d'éthyle ou de l'iodure de butyle avec le phénylbenzsélénazole est restée infructueuse, même en élevant la température du mélange réactionnel à 110° pendant 26 heures. Il y a là un phénomène d'empêchement stérique dû à la proximité du groupe phényle, puisque le benzsélénazolyl 2-phényléthylène décrit en *a* réagit avec ces mêmes halogénures aliphatiques, pour donner très facilement les sels quaternaires à l'azote.

([5]) *Comptes rendus*, 221, 1945, pp. 101-102.
([6]) *Ber. d. chem. Gesells.*, 46, 1913, p. 92.
([7]) Fromm, *Liebig's Ann.*, 40, 1914, p. 177.
([8]) *J. Chem. Soc.*, 1927, p. 2805.

La nomenclature employée est celle préconisée par V. Grignard et Rambaud dans le *Traité de Chimie Organique* (18, p. 7).



NOMINATIONS.

M. **Émile Borel** est adjoint à la délégation de l'Académie aux Assemblées qui auront lieu à Philadelphie, du 17 au 19 octobre 1946, et à Washington, du 21 au 23, dans le but d'établir une collaboration plus étroite entre les Savants des États-Unis et ceux des autres Nations du monde.

M. **Emmanuel de Martonne** est adjoint à la délégation chargée de représenter la France au *Conseil international des Unions scientifiques*, du 22 au 24 juillet 1946, à Londres, dans les locaux de la *Royal Society* (¹).

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **Harlow Shapley** est élu Correspondant pour la Section d'Astronomie en remplacement de Sir *Frank Dyson*, décédé, et M. **Louis Gallavardin**, Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie en remplacement de M. *Alexis Carrel*, décédé.

CORRESPONDANCE.

MM. **Eugène Bataillon** et **Henri Devaux**, élus Membres non résidants et **Reginald A. Daly**, élu Correspondant pour la Section de Minéralogie, adressent leurs remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Ministère de la France d'Outre-mer. Office de la Recherche scientifique coloniale. *Rapport d'activité pour l'année* 1945.
2° Henri Roger. *Éléments de psycho-physiologie.*
3° D. Danielopolu. *Le système nerveux de la vie végétative. — La digitale et les strophantines. — Phylaxie-Paraphylaxie et Maladie spécifique.*

(¹) Séance du 1er juillet 1946.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions moyenne-périodiques.*
Note de M. **Laurent Schwartz**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Définitions. — $(\mathcal{E})$ sera un espace vectoriel topologique de fonctions complexes $f(x)$ de la variable réelle x. Soit $T_h f = f(x-h)$ (h réel); nous supposerons que toutes les transformations T_h sont des automorphismes de $(\mathcal{E})$. Nous appellerons $(\mathcal{C}f)$ l'adhérence du sous-espace vectoriel engendré par tous les $T_h f$ (h réel). Si $(\mathcal{F})$ est un sous-espace vectoriel quelconque de $(\mathcal{E})$, $(\mathcal{C}\mathcal{F})$ sera l'adhérence de l'espace vectoriel engendré par tous les $T_h f$ ($f \in \mathcal{F}$, h réel); $(\mathcal{C}\mathcal{F})$ est le sous-espace vectoriel fermé le plus général de $(\mathcal{E})$ qui soit invariant par tous les automorphismes T_h.

f ou $(\mathcal{F})$ sera dit *moyenne-périodique* si $(\mathcal{C}f)$ ou $(\mathcal{C}\mathcal{F})$ est distinct de l'espace entier $(\mathcal{E})$ (¹).

Nous particulariserons $(\mathcal{E})$ de deux façons différentes :

$(\mathcal{E}_1)$, espace de toutes les fonctions continues $f(x)$; on dira que des f_i convergent vers f si elles convergent uniformément sur tout intervalle fini vers f;

$(\mathcal{E}_2)$ espace des fonctions continues $f(x)$ nulles en dehors d'intervalles finis (non précisés); on dira que des f_i convergent vers f si elles convergent uniformément vers f et sont toutes nulles en dehors d'un même intervalle fini (non précisé) (²).

Moyenne-périodicité dans $(\mathcal{E}_1)$. — $(\mathcal{C}f)$ peut être l'espace entier; on montre qu'il en est ainsi si f est de carré sommable.

$(\mathcal{C}f)$ peut aussi être de dimension un; alors $f(x) = e^{rx}$, r nombre complexe quelconque.

Plus généralement $f(x) = x^p e^{rx}$ (p entier, r complexe quelconque) est moyenne-périodique; $(\mathcal{C}f)$ est le sous-espace de dimension $p+1$ de $(\mathcal{E}_1)$ formé des fonctions $P(x)\,e^{rx}$ [$P(x)$ polynome quelconque de degré p].

Soit maintenant $f(x)$ une fonction quelconque moyenne-périodique, non identiquement nulle.

On démontre les propriétés suivantes :

1° $(\mathcal{C}f)$ contient au moins une exponentielle e^{rx}.

Cherchons toutes les fonctions de $(\mathcal{C}f)$ de la forme $x^i e^{r_k x}$.

Les r_k forment une suite discrète, finie ou tendant vers ∞, et pour chaque r_k, $i \leq p_k$ entier fini. Le *spectre* (S) des r_k, chacun compté avec son ordre de mul-

---

(¹) La notion de fonction moyenne-périodique est due à M. Delsarte, *Les fonctions moyenne-périodiques* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 14, IV, 1935, pp. 403-453.

La définition de M. Delsarte est différente de la nôtre; on montre qu'elle est équivalente à celle des fonctions moyenne-périodiques dans $(\mathcal{E}_1)$, donnée dans la présente Note.

(²) L'étude des fonctions moyenne-périodiques a déjà été faite dans les espaces fonctionnels (L^2), (L^1), (L^∞). Voir N. Wiener, *Annals of Mathematics*, 33, 1932, pp. 1-100; A. Beurling, *Acta Mathematica*, 77, 1945, pp. 127-136.

tiplicité p_k, n'est pas quelconque, il a certaines propriétés caractéristiques.

2° Les $x^i e^r k^x \in (\mathcal{C}f)$ forment une *base* de $(\mathcal{C}f)$. Toute fonction $g \in (\mathcal{C}f)$ (et en particulier f elle-même) est limite de combinaisons linéaires finies de ces $x^i e^r k^x$ et admet même un développement formel

$$g(x) = \sum_k \left(\sum_{i \leq p_k} C_{i,k} x^i e^{r_k x} \right),$$

dont on peut, par des formules appropriées, calculer les coefficients $C_{i,k}$.

3° Chacun de ces développements formels en série d'exponentielles est convergent par un procédé de sommation indiqué dans un précédent Mémoire : groupements de termes et facteurs exponentiels d'Abel (³).

Chaque sous-espace vectoriel $(\mathcal{CF})$ possède des propriétés identiques à celles des $(\mathcal{C}f)$; on montre en effet qu'il existe toujours une infinité de fonctions $f \in (\mathcal{F})$ telles que $(\mathcal{C}f)$ coïncide avec $(\mathcal{CF})$.

Moyenne-périodicité dans $\mathcal{E}_2$. — Toute fonction f de $(\mathcal{E}_2)$ est moyenne-périodique. On démontre que tout sous-espace $(\mathcal{CF})$, distinct de l'origine et de l'espace entier, est formé de toutes les fonctions f dont la transformée de Fourier F a au moins un ensemble de zéros (complexes) donnés r_k, chacun avec un ordre de multiplicité minimum p_k. On peut représenter symboliquement $(\mathcal{CF})$ par une *décomposition en facteurs premiers* (⁴),

$$(\mathcal{CF}) \sim \prod_{k} {}_{\{r_k\}} p_k,$$

$(\mathcal{E}_2)$ a d'ailleurs une structure d'anneau, si l'on appelle *multiplication* l'opération de composition (⁵) (*Faltung*),

$$c(x) = a(x) \times b(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} a(x-t)\, b(t)\, dt.$$

$(\mathcal{CF})$ est alors l'idéal fermé le plus général; $(\mathcal{C}f)$ est l'idéal fermé engendré par f; la décomposition en facteurs premiers est une authentique décomposition en un produit de puissances d'idéaux premiers. La théorie de la divisibilité, du P. G. C. D., du P. P. C. M. du produit P se fait sans difficulté et donne lieu à des propriétés fonctionnelles remarquables : ainsi pour que deux fonctions f, g permettent, par les combinaisons linéaires finies de leurs translatées, d'approcher toute fonction de $(\mathcal{E}_2)$, il faut et il suffit que leurs

---

(³) SCHWARTZ, *Approximation d'une fonction quelconque par des sommes d'exponentielles imaginaires* (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1943, pp. 111-175).

(⁴) Pour $(\mathcal{CF}) \equiv (\mathcal{E}_2)$, l'ensemble des r_k est vide. En général, il y a une infinité de facteurs premiers. L'ensemble des r_k, p_k a exactement les mêmes propriétés que l'ensemble des éléments d'un spectre (S), dont la définition est donnée au paragraphe précédent.

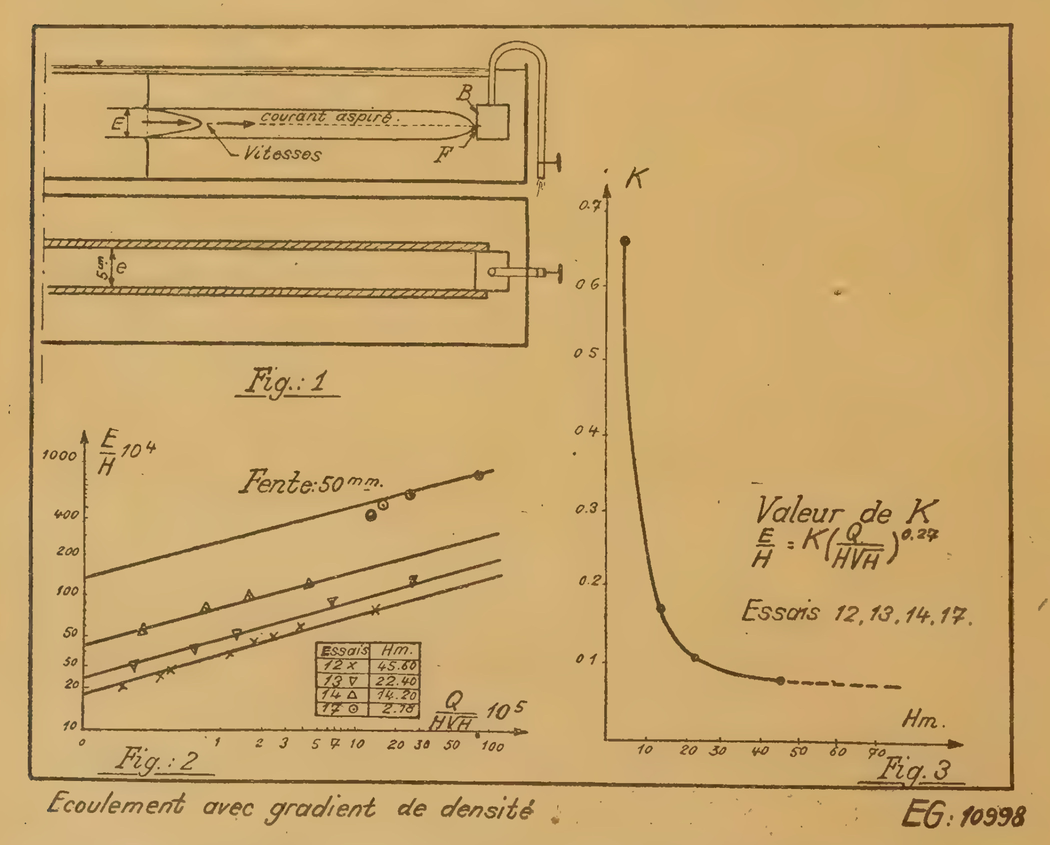
(⁵) Voir ANDRÉ WEIL, *L'intégration dans les groupes topologiques et ses applications*, Paris, 1940.

transformées de Fourier soient sans zéro commun. Chaque idéal fermé a, au plus, 2 éléments générateurs.

On remarque que les propriétés de ($\mathcal{E}_1$) et de ($\mathcal{E}_2$) sont liées par une dualité. Les résultats précédents subsistent vraisemblablement, avec certaines modifications appropriées, pour des fonctions de plusieurs variables et des transformations plus générales que les translations T_h. Mais la théorie est bien plus difficile et je n'ai que des résultats très incomplets.

HYDRAULIQUE. — *Sur l'écoulement au sein d'un liquide pesant présentant une variation continue de densité.* Note [1] de M. **Paul Gariel**, présentée par M. Albert Caquot.

Considérons (*fig.* 1) deux parois verticales parallèles de longueur limitée, distantes de e (5^{cm} dans les expériences citées) plongées dans une grande cuve



Écoulement avec gradient de densité. EG: 10998

vitrée. Entre ces parois une boîte B, portant sur sa face amont une fente horizontale F de 2^{mm} de haut et de longueur e, liée à un tube formant siphon, permet d'aspirer du liquide de la cuve par la fente.

---

[1] Séance du 17 juin 1946.

Dans le cas de deux couches de densités différentes, il existe une hauteur limite d'aspiration simultanée des deux couches (²). L'expérience montre que, si la cuve contient un grand nombre de couches superposées de densités différentes, on peut en aspirer plusieurs simultanément. Si l'eau présente une variation continue de densité, ce qu'on obtient par agitation convenable d'eau douce et d'eau salée suivie de retour au repos, l'aspiration d'un débit linéaire Q se fait sentir dans un courant d'épaisseur notable mais limitée, fonction du débit et de la répartition de densité. La vitesse du liquide est maximum au niveau de la fente, et nulle aux limites supérieure et inférieure du courant précédent, qui est encadré de deux petits courants rétrogrades.

De nombreuses expériences nous ont permis de préciser les lois de variation de l'épaisseur du courant pour une variation linéaire de densité caractérisée par la hauteur H

$$H = \Delta h \frac{\rho_m}{\Delta\rho};$$

$\Delta\rho$, variation de densité sur la hauteur Δh; ρ_m densité au milieu de Δh. L'écoulement obéit à la relation suivante entre paramètres sans dimensions, faisant intervenir inertie, pesanteur et viscosité :

$$\frac{E}{H} = \varphi\left(\frac{Q}{H\sqrt{gH}}, \frac{\nu}{H\sqrt{gH}}\right).$$

Mesurant E assez en amont de la fente, Q et H, et portant les points expérimentaux sur un diagramme logarithmique en E/H et $Q/H\sqrt{H}$ (g étant constant), on constate qu'ils se groupent autour de droites parallèles (*fig.* 2) d'équation

$$\frac{E}{H} = K\left(\frac{Q}{H\sqrt{H}}\right)^{0,27},$$

où K varie en fonction de H (*fig.* 3).

La viscosité joue un rôle certain, influant sur l'épaisseur du courant en raison des parois rapprochées et du gradient de densité. En largeur infinie seule cette dernière cause d'action subsiste. Elle doit s'atténuer quand H augmente et c'est ce que montre la courbe de K en fonction de H (ou mieux de $H\sqrt{gH}/\nu$), qui paraît tendre vers une asymptote. Ceci, compte tenu des résultats des mesures pour deux couches en écoulement plan et à trois dimensions, permet de calculer avec une suffisante approximation l'épaisseur du courant aspiré par un orifice pour un débit donné, dans une mer profonde présentant une variation continue de température et de salinité en fonction de la profondeur.

(²) *Comptes rendus*, 222, 1946, pp. 720, 781 et 1159.

ASTROPHYSIQUE. — *Les raies brillantes de la couronne solaire dans le spectre de Nova T Coronæ Borealis.* Note ([1]) de Mlle **Marie Bloch**, MM. **Jean Dufay**, **Charles Fehrenbach** et **Tcheng Mao-Lin**, présentée par M. Bernard Lyot.

Les clichés obtenus avec le spectrographe à un prisme monté sur le télescope de 120^{cm} d'ouverture de l'observatoire de Haute-Provence mettent clairement en évidence la présence, dans le spectre de Nova T Coronæ Borealis 1866-1946, des deux raies 6374,5 et 5302,8 Å de la couronne solaire. On sait qu'elles ont été attribuées par Edlén ([2]) respectivement à [FeX] et [FeXIV] (potentiels d'ionisation 233 et 355 volts).

La raie 6374 Å apparaît déjà nettement sur nos premiers spectrogrammes, le 12 février 1946. Les jours suivants son intensité augmente par rapport à celles des raies voisines et, les 15 et 16 février, elle devient une des plus fortes du spectre visible (voir la figure). L'ensemble des raies d'émission s'affaiblit ensuite progressivement et, avec les longues poses alors nécessaires, le spectre continu de la composante du type M devient prépondérant. La raie cesse d'être visible autour du 18 mars.

La raie 5302,8 Å n'a fait qu'une apparition beaucoup plus éphémère. A peine soupçonnable le 12 février, elle apparaît le 13 comme un faible accident sur les enregistrements microphotométriques, à côté de la raie Fe II 5316 Å. Bien distincte le 14 février, elle est encore plus faible que la raie 5316 Å, mais le 15 et le 16, elle devient bien plus intense que cette dernière (voir la figure). Le 20 février, la raie semble avoir complètement disparu.

Les mesures faites sur nos meilleurs clichés donnent, pour ces deux raies, les longueurs d'onde 6374,3 Å et 5302,8 Å, si l'on admet que le déplacement dû à la vitesse radiale est le même que pour les raies d'émission de He I, He II et Fe II. Rappelons que les longueurs d'onde mesurées par Lyot ([3]) dans le spectre de la couronne solaire sont 6374,50 et 5302,83 Å.

Les deux raies 6374 et 5303 Å ont déjà été observées par Adams et Joy ([4]) dans le spectre de R S Ophiuchi, autre nova récurrente, 7 semaines après son maximum de 1933. Les raies coronales 4231, 4086 et 3986 Å étaient aussi visibles, ainsi peut-être que la raie 5536 Å. Sur nos clichés la première est très voisine de la forte raie de Fe II 4233,2 Å. Elle ne paraît pas présente. Pourtant, du 14 au 16 février, la raie du fer montre, sur les enregistrements, une légère inflexion du côté des petites longueurs d'onde, qui pourrait être due à 4231 Å. La seconde, observée à 4086,4 Å, peut aussi être attribuée à OII.

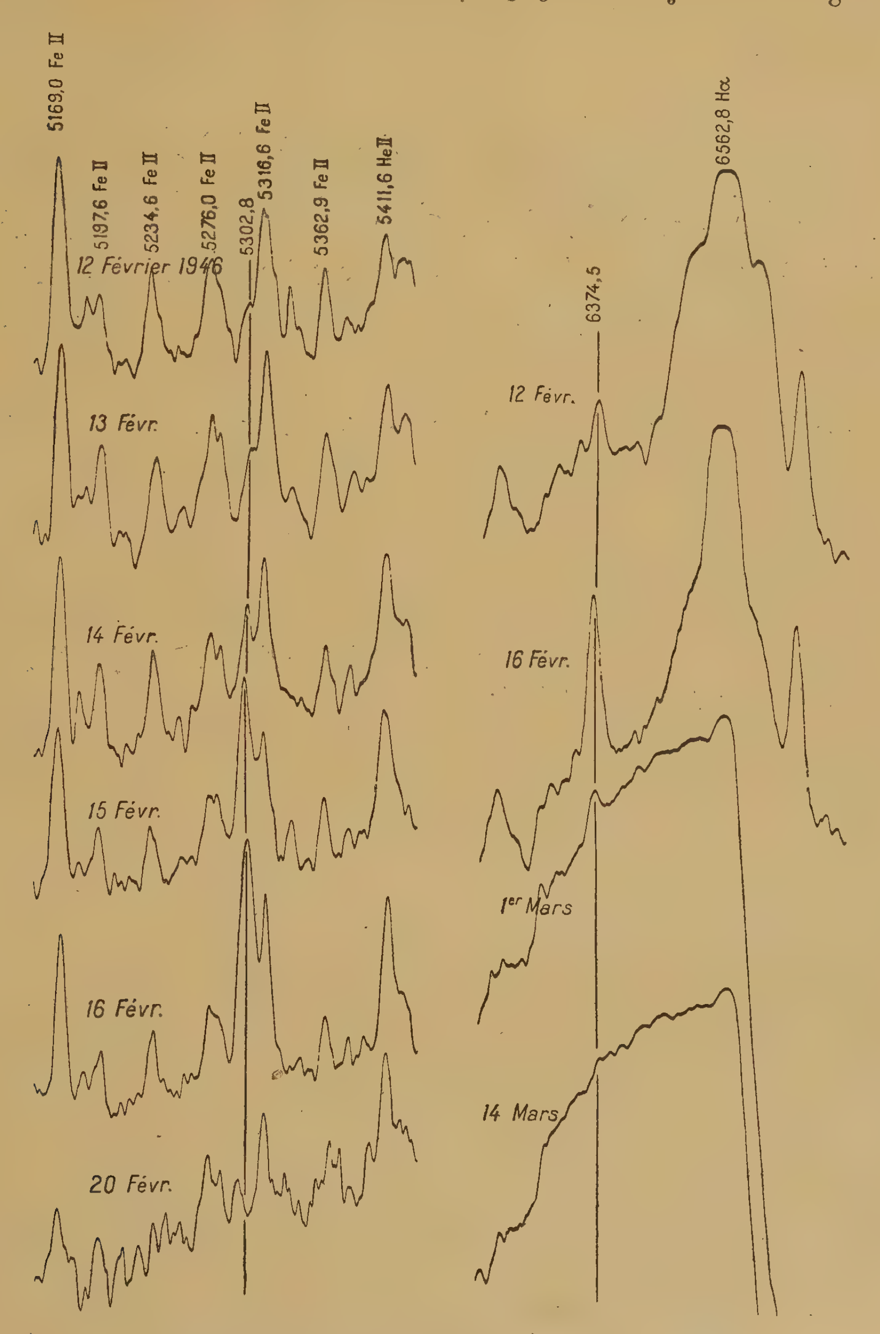
([1]) Séance du 13 mai 1946.

([2]) *Zeitschrift für Astrophysik*, vol. 22, 1942, p. 30.

([3]) *L'Astronomie*, 51, 1937, p. 203.

([4]) *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 45, 1933, p. 301.

Enfin la faible raie que nous observons à 3989 Å est déjà assez éloignée de la



Enregistrements microphotométriques des raies 5302,8 et 6374,5 Å
dans le spectre de Nova T Coronæ.

raie coronale, de même que la raie assez intense 5533 Å, dont l'attribution demeure douteuse.

ÉLECTRICITÉ. — *De l'influence des champs électriques sur l'extinction des étincelles électriques.* Note [1] de M. **Oleg Yadoff**, présentée par M. Maurice de Broglie.

M. Aubert a montré [2] qu'un filament porté à l'incandescence dans l'air par le passage d'un courant électrique perd son état d'incandescence quand il se trouve soumis à l'effet d'un champ électrique suffisamment intense.

Nous avons observé un phénomène analogue, notamment pour l'influence du champ électrique sur l'étincelle jaillissant entre deux pointes dans l'air atmosphérique. En effet l'application d'un champ électrique de plus en plus intense, dirigé concentriquement vers l'axe de l'étincelle qui peut être supposée se propager suivant la ligne droite réunissant les deux pointes, a comme résultat l'abaissement considérable de l'éclat de l'étincelle, pouvant atteindre, lorsque l'intensité du champ croît, son extinction complète.

L'appareil que nous avons envisagé pour cette expérience comprend un cylindre de 240^{mm} de diamètre intérieur avec une hauteur de 300^{mm}; la distance entre pointes est réglable. Un dispositif d'aspiration à faible déplacement d'air ascendant et à débit variable permet de maintenir, lors du fonctionnement, la température sensiblement constante dans tout l'espace du cylindre. Dans ces conditions la pression à l'intérieur du cylindre peut être considérée comme invariable et très sensiblement égale à la pression atmosphérique.

L'observation de la décharge se fait de l'extérieur à travers une petite fenêtre munie d'œillères dont l'une débouche vers un appareil photographique et permet le relevé direct des photographies. Les électrodes de décharge sont constituées par deux aiguilles identiques en platine iridié dont les angles d'ouverture sont établis à 35° environ; elles sont alimentées par des sources électriques, alternatives ou continues, au moyen des procédés courants.

Les électrodes de champ sont constituées, l'une par la paroi du cylindre, l'autre par l'étincelle même jaillissant entre les pointes dont l'une est alors connectée à la terre. Le cylindre est en liaison avec l'un des pôles d'une génératrice électrostatique à haute tension, tandis que l'autre pôle est mis directement à la terre (on peut aussi placer dans l'axe reliant les électrodes une petite pièce conductrice de forme ellipsoïdale très aplatie connectée à la terre, sensiblement à mi-distance entre les pôles de décharge).

Pour les expériences sous tension continue, nous avons utilisé un transformateur muni d'un rhéostat de stabilisation et de mise au point et deux kénotrons protégés par des résistances. On règle sans précautions spéciales la tension appliquée aux électrodes jusqu'à la formation régulièrement répétée des décharges disruptives. La photographie A de la figure ci-contre est relative à une décharge sous 51 kV pour une distance entre aiguilles de 10^{cm} (pression atmosphérique, état hygrométrique 0,60). L'aspirateur permet d'autre part de maintenir la température au sein du cylindre d'expérience à une valeur sensiblement égale à 45° C. Si l'on met en marche la génératrice électrostatique, on constate qu'à mesure que sa différence de potentiel croît, l'éclat de

(1) Séance du 24 juin 1946.
(2) *Comptes rendus*, 216, 1943, pp. 37-38.

l'étincelle diminue, et lorsque cette différence de potentiel atteint, pour l'appareil considéré, une certaine valeur critique, il se produit l'extinction complète de l'étincelle, de sorte que l'arc se trouve interrompu. La décharge





réapparaît avec la suppression du champ. Le phénomène se produit, quel que soit le sens du champ, entre la paroi du cylindre et l'étincelle en relation avec la terre. Par exemple, lorsqu'on fait croître progressivement la différence de potentiel électrostatique jusqu'à 264 kV, on remarque que c'est sensiblement déjà à la tension de 210 kV que l'étincelle commence à diminuer d'éclat et d'intensité pour disparaître complètement à la tension critique de 264 kV.

La photographie B de la figure représente l'état de l'étincelle soumise à l'action d'un champ de 18 kV : cm environ et montre clairement sa modification structurale. On s'aperçoit qu'à partir de ce moment, il se produit un affaiblissement sensible des lueurs à la cathode qui changent de forme et de volume avec l'accroissement du champ et qui disparaissent quasi totalement à l'anode.

Le rôle de la pression atmosphérique est facilement mis en évidence : la variation de la pression a pour effet de diminuer l'extinction ; par exemple en diminuant la pression de l'air, pour maintenir le même effet d'influence du champ électrique, il faut le faire croître dans des proportions sur les détails desquelles nous reviendrons dans une publication ultérieure.

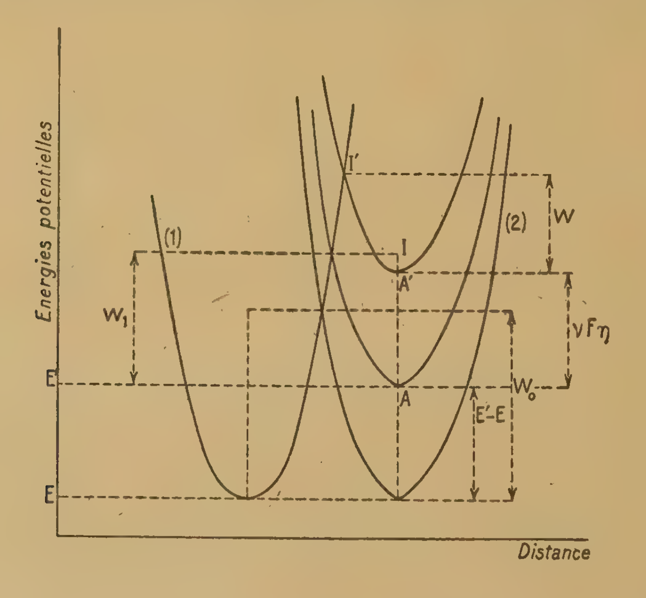
Cette influence transversale du champ électrique sur l'étincelle permet, en agissant progressivement, de suivre de près la variation de la forme d'une étincelle, son éclat et sa résistance propre à partir de sa valeur initiale normale jusqu'à sa complète extinction. Pratiquement ce phénomène peut présenter un intérêt dans la fabrication des disjoncteurs électriques appelés à couper les circuits sous très hautes tensions.

ÉLECTROCHIMIE. — *Relation entre la surtension présentée par une électrode et la densité de courant. Intervention de la structure de l'électrode.* Note (¹) de M. **Maurice Bonnemay**, présentée par M. Louis Hackspill.

Il a été montré (²) que la considération des courbes énergie potentielle-distance des complexes électrode-ion permettait d'interpréter simplement les phénomènes de surtension et d'expliquer certains écarts qui semblaient se manifester entre la théorie et l'expérience.

L'énergie mutuelle des systèmes ion-électrode peut se diviser en deux parties, l'une se rapportant à la structure des complexes considérés, l'autre à l'ion qui y est intégré. La surtension dépend donc de la structure de l'électrode et, d'une manière plus précise, de la répartition en fonction de l'énergie, des complexes électrode-ion à sa surface.

a. Courant de décharge. — Le nombre des complexes ion sec-électrode (courbe 1) pour lesquels l'énergie minima est comprise entre E et $E+dE$ est $\Phi(E)\,dE$, $\Phi(E)$ étant la fonction de répartition. Le nombre des complexes ion solvaté-électrode (courbe 2) dont l'énergie minima est comprise entre E′



et $E'+dE'$ est de même $\varphi(E')\,dE'$. Le nombre des centres de décharge (un centre étant constitué par l'ensemble d'une courbe 1 et d'une courbe 2) qui correspond aux énergies E et E′ est égal à

$$\Phi(E)\varphi(E')\,dE\,dE'.$$

(¹) Séance du 17 juin 1946.

(²) *Comptes rendus*, 222, 1946, pp. 793-795.

Or l'énergie d'activation qui correspond à un centre est

$$W_1 = W_0 - \alpha(E' - E) \quad (^3)\ (fig.) \quad (\alpha = \text{const.} < 1).$$

Il en résulte que, pour qu'un ion puisse se décharger à partir d'un centre du type (E, E'), il doit posséder l'énergie W_1. Le nombre des ions qui sont dans ce cas est

$$K e^{-\frac{W_0 - \alpha(E' - E)}{RT}},$$

en admettant pour les ions une répartition de Boltzmann; finalement, le courant dû à l'ensemble des centres sera

$$I_d = K\varepsilon\nu \int_0^{\varphi}\int_0^{\varphi} \Phi(E)\varphi(E')\, e^{-\frac{W - \alpha(E' - E)}{RT}}\, dE\, dE' \qquad (\varepsilon,\ \text{charge d'un électron};\ \nu,\ \text{valence}).$$

quand la densité de courant a une valeur j, l'électrode présente une surtension η et l'énergie d'activation de décharge $W = W_1 - \alpha\nu F\eta$ (4); on voit donc que le courant de décharge s'écrira

$$I_d = K\varepsilon\nu \int_0^{\infty}\int_0^{\infty} \Phi(E)\,\varphi(E')\, e^{-\frac{W_0 - \alpha(E' - E) - \alpha\nu F\eta}{RT}}\, dE\, dE';$$

par un raisonnement identique on calcule le courant d'ionisation

$$I_i = K'\varepsilon\nu \int_0^{\infty}\int_0^{\infty} \Phi(E)\,\varphi(E')\, e^{-\frac{W_0 + \beta(E' - E) + \beta\nu F\eta}{RT}} \qquad (\beta = \text{const.} < 1).$$

Le courant total sera

$$(1) \qquad I = \varepsilon\nu \Big[\int_0^{\infty}\int_0^{\infty} K\,\Phi(E)\,\varphi(E')\, e^{-\frac{W_0 - \alpha(E' - E) - \alpha F\nu\eta}{RT}}\, dE\, dE' - \int_0^{\infty}\int_0^{\infty} K'\Phi(E)\,\varphi(E')\, e^{-\frac{W_0 + \beta(E' - E) - \beta\nu F\eta}{RT}}\, dE\, dE' \Big].$$

Cette expression se simplifie considérablement quand on peut admettre que α et β sont indépendants des positions relatives des courbes (1) et (2), donc de la densité de courant I; dans ce cas en effet, seule la surtension η dépend de I dans l'expression (1), et l'on peut écrire

$$(2) \qquad I = A\, e^{\frac{\alpha F\nu\eta}{RT}} - B\, e^{-\frac{\beta F\nu\eta}{RT}},$$

A et B représentant des sommes doubles indépendants de η et de I, l'expression (2) est l'équation d'Audubert.

Or cette équation a été établie pour les faibles densités de courant et c'est

(3) On montre que, lorsque la courbe 1 reste fixe et que la courbe 2 s'élève de ΔE, l'énergie d'activation de décharge figurée par AI diminue de $\alpha\Delta E$, alors que l'énergie d'ionisation augmente de $\beta\Delta E$ α et $\beta > 0$ et $\alpha + \beta = 1$ théoriquement.

(4) Quand le courant augmente, le potentiel de l'électrode varie de η et l'on admet (théorie d'Audubert) que la courbe (2) subit une translation de $F\nu\eta$.

précisément dans ces conditions que l'on a le droit d'admettre que α et β sont des constantes.

Le précédent calcul montre donc que l'interprétation du phénomène de surtension à l'aide des courbes énergie-distance des complexes ion-électrode conduit à des résultats vérifiés numériquement par l'expérience [la formule (2) est vérifiée dans un grand nombre de cas].

Il donne, d'autre part, pour la formule (1), l'expression la plus générale reliant la densité de courant à la surtension, et il rend compte qualitativement du fait souvent observé expérimentalement que la surtension dépend de la structure de l'électrode.

MAGNÉTISME. — *Action de faibles quantités de magnésium sur les transformations allotropiques du cérium métallique.* Note (¹) de Mlle **Françoise Mahn**, présentée par M. Aimé Cotton.

Le diagramme d'équilibre des alliages cérium-magnésium a été déterminé par Vogel (²), puis par Guertler (³). Ces auteurs sont d'accord pour admettre, à l'état solide, entre 0 et 4,2 % de magnésium, la présence d'un mélange de cérium libre et d'un composé cérium-magnésium.

On connaît par les travaux de F. Trombe en 1934 (⁴), puis de F. Trombe et de M. Foex en 1943 et 1944 (⁵), le domaine d'existence de trois états allotropiques du cérium métallique α, β, γ. A basse température, l'état γ, obtenu par refroidissement rapide du métal, donne la transformation $\gamma \rightleftharpoons \alpha$ caractérisée par une forte contraction (10 %). Celle-ci ne se produit pas à la même température au refroidissement et à l'échauffement. Pour différents facteurs physiques étudiés, dilatation, coefficient d'aimantation, conductibilité électrique, on observe un cycle dont les extrémités sont à 110 et 173° K. Si le cérium est soumis à de nombreuses variations thermiques lentes, il passe à l'état β stable dans la zone de transformation $\gamma \rightleftharpoons \alpha$.

Je me suis proposé de rechercher si la phase cérium libre indiquée par Vogel et Guertler pouvait, même en présence d'un composé cérium-magnésium, prendre les états allotropiques qui caractérisent le métal pur.

Dans ce but, le coefficient d'aimantation χ et les allongements de divers alliages titrant de 0 à 4 % de magnésium, ont été déterminés à température ascendante et descendante entre 78 et 290° K. Le cérium utilisé pour la préparation des alliages contient 0,07 % de silicium et moins de 0,0005 % de fer (⁶); le magnésium 0,001 % de fer.

(¹) Séance du 24 juin 1946.

(²) *Z. anorg. allgem. Chem.*, **91**, 1915, p. 277.

(³) *Metallographie*, Berlin, 1921.

(⁴) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1591; F. Trombe et M. Foex, *Ibid.*, **217**, 1943, p. 501; F. Trombe, *Ibid.*, **219**, 1944, p. 96; M. Foex, *Ibid.*, **219**, 1944, p. 117.

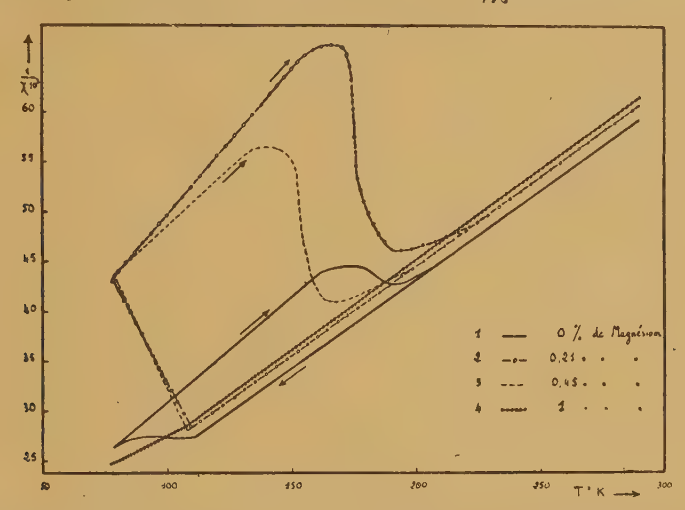
(⁵) F. Trombe et M. Foex, *Ann. de Chim.*, 11, **19**, 1944, pp. 417-445.

(⁶) Ch. Henry la Blanchetais, *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 313.

Les alliages trempés possèdent les propriétés suivantes :

1° l'amplitude en $1/\chi$ du cycle magnétique caractérisant la transformation $\gamma \rightleftharpoons \alpha$ est *beaucoup plus grande pour un cérium à* 0,21 % *de magnésium* (*courbe* 2) *que pour le métal pur*, étudié par Ch. La Blanchetais (7) (courbe 1).

Pour des concentrations en magnésium comprises entre 0,21 % et 1 %, l'amplitude du cycle décroît suivant l'axe des $1/\chi$ et l'axe des T (courbe 3).



Au titre de 1 %, le cycle se réduit à un point et la réprésentation en $1/\chi$ et T est une droite coudée (courbe 4).

2° l'anomalie de dilatation due à la transformation $\gamma \rightleftharpoons \alpha$ est *maximum pour le métal pur*; elle décroît régulièrement avec l'augmentation de la teneur en magnésium et disparaît, comme l'anomalie magnétique, lorsque l'alliage contient 1 % de magnésium.

3° entre 1 % et 4 % de magnésium, les valeurs de $1/\chi$ et les volumes des alliages varient régulièrement en fonction de la température.

Les alliages refroidis lentement passent directement et totalement à l'état β (absence de cycle à basse température). Cet état est d'ailleurs le seul stable à la température ordinaire lorsque le cérium contient du magnésium, même en très faible proportion. Les alliages trempés (γ) se transforment d'autant plus rapidement en état β que le titre en magnésium est plus élevé; lorsque celui-ci atteint 1 %, il n'est plus possible d'obtenir par trempe la variété γ.

En résumé, les domaines d'existence des états allotropiques du cérium sont fortement modifiés par la présence de faibles quantités de magnésium. L'état γ devient instable et les propriétés qui permettent de le définir n'évoluent pas parallèlement. Alors que le cycle de dilatation $\gamma \rightleftharpoons \alpha$ décroît de 0 à 1 % de magnésium, le cycle magnétique correspondant passe par un maximum très accentué pour environ 0,2 % de magnésium.

(7) *Ibid.*, 220, 1945, p. 392.

OPTIQUE PHYSIQUE. — *Spectres donnés par des réseaux de photogravure; intensités calculées et observées.* Note [1] de Mlle **Gaultier du Marache**, présentée par M. Aimé Cotton.

J'ai exposé [2] une méthode d'étude des émulsions photographiques utilisant la diffraction à travers un réseau ou sa reproduction photographique par contact. En lumière monochromatique parallèle, l'ensemble des raies données par le réseau ou sa copie constitue un *spectre monochromatique* que les équations classiques et la transformation de Fourier permettent de relier aux dimensions et à la forme du profil d'un *trait* du réseau.

Il ne sera question ici que des réseaux originaux, réseaux formés par des glaces de trames pour photogravure. J'en ai étudié trois échantillons. Les traits des trames 1 et 2 de plus grandes périodes sont des sillons à section trapézoïdale de 10 microns de creux portant en surface un dépôt opaque en couche extrêmement mince. Les traits de la trame 3 de plus courte période sont des canaux de 17 microns de profondeur limités par des arcs de cercle; la section du dépôt opaque est un croissant ayant au milieu 8 microns d'épaisseur.

La période p du réseau et la largeur a des bandes transparentes ont été mesurées au microscope à réticule micrométrique avec trois sortes d'éclairage en lumière blanche : par transmission, les traits opaques étant noirs sur fond blanc; par difffusion, en éclairage direct, les traits paraissent gris sur fond noir; par combinaison des deux éclairages et contraste de couleur. Les résultats des mesures sont conformes aux déformations classiques des images. J'ai adopté les valeurs moyennes suivantes :

	p	a
Trame 1	$518^{\mu} \pm 2^{\mu}$	$256^{\mu} \pm 2^{\mu}$
» 2	403 ± 2	180 ± 2
» 3	187 ± 3	100 ± 3

La théorie classique des réseaux de ce modèle permet de calculer l'intensité des raies du spectre monochromatique dans l'hypothèse où l'onde lumineuse conserverait son amplitude et sa phase initiales en traversant le réseau supposé plan. Si k est l'ordre d'une raie, son intensité est donnée par la fonction $(\sin X/X)^2$, où X prend les valeurs $X = k\pi a/p$.

Dans le spectre monochromatique ce sont tantôt les raies d'ordre pair, tantôt les raies d'ordre impair qui sont les plus intenses. Les ordres où ces inversions se produisent sont les valeurs entières les plus proches des multiples impairs de $K = \pi p/2(p - 2a)$. Ils constituent un repère commode et fournissent une mesure de la largeur a des bandes transparentes.

---

(1) Séance du 1er juillet 1946.

(2) *Comptes rendus*, 219, 1944, pp. 582-584.

Les spectres monochromatiques réels ont été photographiés sur film. Le film a été étalonné pour permettre l'étude microphotométrique des spectres. Ces spectres monochromatiques réels sont tous différents des spectres monochromatiques calculés précédemment.

Trame 1. — J'ai étudié le spectre jusqu'aux raies d'ordre 80 qui correspondent à un angle $i = 4°50'$. Ce spectre présente trois inversions. Les deux premières, très régulières, donnent pour a la valeur $248^{\mu},6$. La troisième est mal déterminée, mais donne une valeur voisine de 250^{μ}. Les raies d'une moitié du spectre sont plus intenses que celles de l'autre moitié.

Trame 2. — J'ai étudié le spectre jusqu'aux raies d'ordre 40 correspondant à l'angle de diffraction $i = 3° 5'$. Les deux moitiés positives et négatives du spectre correspondent chacune à des valeurs bien déterminées, mais différentes : $a = 169^{\mu},7$ pour un côté, $a = 171^{\mu},0$ pour l'autre.

Trame 3. — J'ai étudié le spectre jusqu'aux raies d'ordre 38 correspondant à $i = 6° 24'$. Les inversions ne suivent pas une loi régulière. Le spectre réel ne permet pas de fixer une valeur pour la largeur a des bandes transparentes. De plus ce spectre est dissymétrique.

Les spectres monochromatiques des trames 1 et 2 sont, dans les régions étudiées, identiques à ceux de réseaux de même période et de même type, mais dont les bandes transparentes auraient une largeur un peu inférieure aux largeurs déterminées directement par les mesures effectuées sur la trame. L'écart est de $7^{\mu},4$ pour la trame 1, de $10^{\mu},3$ pour la trame 2. Il est nettement supérieur aux erreurs de mesure et ne peut être attribué à des erreurs de photométrie. La figure de diffraction de la trame 3 est profondément troublée et il est impossible de l'assimiler à celle d'un réseau classique de bandes transparentes.

Les spectres réels présentent d'autre part des dissymétries alors que les spectres calculés théoriques sont parfaitement symétriques.

Dans l'hypothèse classique de la diffraction d'une onde incidente homogène ces différences entre spectres calculés et spectres observés ne peuvent s'expliquer que par un trouble permanent de phase au voisinage du bord des traits opaques. L'examen des trames en lumière parallèle montre qu'il ne peut y avoir diminution de l'amplitude de la vibration dans la zone troublée.

Ces phénomènes peuvent être reliés aux phénomènes de diffraction éloignée produits par une fente unique. Je me permets de signaler ici les avantages que présente l'étude d'un ensemble périodique de fentes sur celle d'une fente unique. La quantité de lumière diffractée est proportionnelle au nombre des fentes et, de plus, elle est concentrée sur un nombre fini de raies, au lieu d'être dispersée en une longue bande continue. J'ai montré [2] que les irrégularités de largeur des fentes, les différences locales d'état physique de leurs bords produisaient une distribution générale de lumière diffuse. Le *spectre monochromatique* est celui de la fente moyenne.

RAYONS X. — *Sur la formation d'images avec les rayons X. Possibilité de réalisation de* loupes *et de* microscopes *à l'aide de cristaux.* Note [1] de Mlle **Yvette Cauchois**, présentée par M. Jean Cabannes.

Les efforts apportés à améliorer les techniques radiographiques et l'optique électronique semblent justifier une tentative de réalisation de systèmes optiques pour les rayons X. Leur indice diffère si peu de l'unité qu'il est difficile d'envisager des systèmes dioptriques. Mais il est possible de concevoir des systèmes catoptriques où les surfaces réfléchissantes soient des surfaces réticulaires, planes ou non, dans des cristaux plans ou déformés, sur lesquelles les rayons X subissent la *réflexion sélective*. V. Hamos [2] a appliqué un principe de Gouy pour obtenir des *images spectrales non agrandies* d'un petit objet placé sur l'axe d'un réflecteur cylindrique. H. Hulubei [3] et moi-même [4] avons signalé des propriétés de focalisation de lames planes poly- ou monocristallines [5]. Je me suis rendu compte depuis longtemps qu'il existe pour les cristaux courbes, en dehors des propriétés de focalisation des faisceaux monochromatiques sur lesquelles sont basés les spectrographes [6], des propriétés de focalisation des rayons polychromatiques issus d'un point objet. Ces propriétés permettent de construire des systèmes grossissants pour la lumière X.

Des formules semblables à celles des miroirs courbes ordinaires régissent la position et la grandeur des images X données par des cristaux convenablement déformés. Les conditions de stigmatisme et aplanétisme sont analogues. Il faut, de plus, satisfaire à deux conditions évidentes *a priori* : la condition de Bragg doit être réalisée, de préférence en premier ordre, pour un intervalle aussi étendu que possible des fréquences X provenant de l'objet. Pour être observable, l'image X finale doit être réelle et se former en dehors des faisceaux incidents, transmis ou *réfléchis* par d'autres systèmes réticulaires. Les surfaces extérieures du cristal ne sont pas les seuls *miroirs* utilisables. Les surfaces réticulaires internes constituent des ensembles de miroirs orientés; un faisceau X traversant une lame donne naissance à une série de faisceaux *réfléchis*; on peut obtenir une image X plus ou moins nette, pour chaque tache de Laue; pour chacune, le cristal en lame mince joue le rôle d'un dioptre d'indice —1, quelle que soit sa nature, mica, quartz, sel gemme, Al etc.

---

(1) Séance du 1er juillet 1946.
(2) *Journ. Min. Soc. Am.*, 23, IV, 1928, p. 215.
(3) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 79.
(4) *Ibid.*, 198, 1934, p. 76.
(5) Voir G. Orban, *Mat.-naturw. Anz. Ak. Wiss.* (hongrois), 60, 1941, p. 717.
(6) Y. Cauchois, *Ann. de Phys.*, 11e série, 1, 1934, p. 215.

L'intensité incidente se répartit malheureusement entre les différents faisceaux diffusés, cohérents ou non. Il existe un très grand nombre de possibilités de réalisations pratiques, impossibles à envisager ici. Voici, pour exemples, quelques résultats d'expériences, avec des lames sphériques et cylindriques. On peut former des images nettes avec la surface concave d'une telle lame sous de grands angles de Bragg, c'est-à-dire soit avec des rayons mous, donc dans le vide; soit avec du rayonnement se propageant dans l'air, mais en réflexion d'ordre supérieur, donc peu intense. Pour éviter ces inconvénients j'utilise une lame par transmission. L'incidence sur la face convexe donne des images réelles, droites, plus petites que l'objet, entre le sommet Σ de la lame et le centre F du cercle de focalisation des spectres qui joue le rôle de foyer pour les plans réticulaires normaux aux faces, ainsi que pour la réflexion sur ces faces. Inversement, l'incidence sur la face concave donne, d'un objet entre Σ et F, des images *droites*, *réelles*, *agrandies*.

Les formules habituelles $(1/p)+(1/p')=1/f$; $i/o=p'/p$ s'appliquent, avec des conventions de signes convenables, pour les surfaces de la lame, et pour les plans normaux aux faces ou d'inclinaison α faible; alors $f=f_0\cos\alpha$. L'image d'un point donnée par l'un des systèmes réticulaires parallèles à l'axe de courbure d'une lame cylindrique est un segment de droite dont la hauteur dépend de la hauteur utile de la lame. On peut obtenir un stigmatisme approché par divers artifices, par exemple l'emploi d'une source linéaire ou d'une fente convenablement placées et normales aux génératrices (*fig.* 1 et 2); le couplage de deux cristaux, etc. On obtiendrait sans doute mieux encore en faisant tourner une section droite de la lame cylindrique autour de son rayon de courbure.

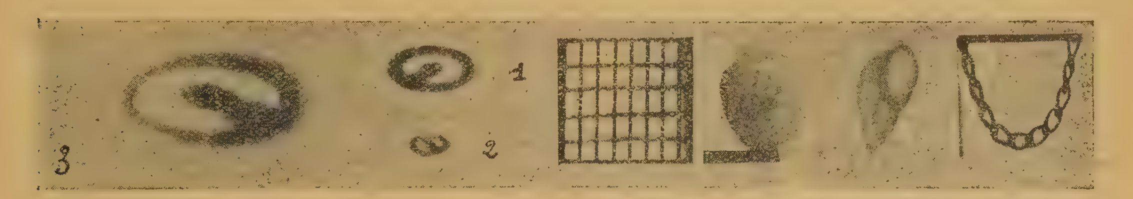


Fig. 1. — Images de la tache focale d'un tube à rayons X à filament spiralé.
1, en vraie grandeur à travers un trou;
2 et 3, données par ($\bar{1}01$) d'un mica. (Négatifs.)

Fig. 2. — Images d'objets interposés entre la source de rayons X et le cristal.
Le grossissement est 1,5 ou 2. (Positifs.)

Reproduction en vraie grandeur.

La qualité de l'image dépend, entre autres, de la qualité du cristal, de la précision des réglages, de la délimitation du cristal ou de la source, toutes conditions médiocrement remplies dans mes premiers essais que l'on améliorera beaucoup sans difficultés. La correction de Johannson sera utile. Une, deux ou plusieurs lames cristallines associées constituent un instrument d'optique. On obtiendra une image réelle très agrandie renversée en interposant une lame convexe entre une première lame concave et l'image réelle qu'elle produit et

qui joue le rôle d'objet virtuel situé entre centre et foyer; il y a là le principe d'un microscope. Les cylindres paraboliques ont des propriétés intéressantes. Des images peuvent se former par réflexions multiples. Les images peuvent montrer des effets de spectres. Ces considérations s'étendent aux ondes de de Broglie. On conçoit des combinaisons des optiques X et électronique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la précipitation de Liesegang et la formation éventuelle d'une deuxième famille d'anneaux principaux.* Note de Mlle **Suzanne Veil**, présentée par M. Charles Mauguin.

La précipitation de Liesegang, par confrontation des réactifs intéressés sur gélatine pure, selon un procédé antérieurement décrit ([1]), se révèle plus complexe que ne le suggère l'examen des anneaux classiques (obtenus par apposition d'une goutte de NO_3Ag sur gélatine imprégnée de $Cr_2O_7K_2$). De manière précise, les présentes expériences ont décelé une deuxième périodicité principale, susceptible d'accompagner la première dans des conditions appropriées.

Attaque à deux gouttes $NO_3Ag—Cr_2O_7K_2$. — L'attaque, par diffusion, de gouttes de NO_3Ag et de $Cr_2O_7K_2$ déposées sur gélatine à 3 ou 4^{cm} l'une de l'autre, aboutit après quelques heures à l'édification de stries rouges de chromate d'argent, constituant deux zones immédiatement discernables.

Dans celle des deux zones striées qui est à proximité de la goutte de $Cr_2O_7K_2$, on reconnaît les rythmicités de Liesegang classiques, stries rouge brique minces, *en saillie*, avec tapis secondaire sous-jacent.

L'autre zone striée, à proximité de la goutte de NO_3Ag apparaît différente. Les stries ne forment plus saillie, elles sont plus larges, plus diffuses et de couleur moins foncée. La transition d'une zone striée à l'autre est plus ou moins brusque.

Il était intéressant de rechercher si les stries plates signalent ou non une formation d'anneaux distincts des anneaux habituels. Les expériences ci-dessous ont apporté à la question une réponse affirmative, par une observation simultanée des deux familles sur la même préparation.

Observation simultanée des deux familles d'anneaux. — Par interversion des réactifs de la précipitation classique, c'est-à-dire en procédant par dépôt d'une goutte de $Cr_2O_7K_2$ sur une couche de gélatine imprégnée d'une quantité suffisante de NO_3Ag, on parvient à obtenir à la fois les deux séries d'anneaux. En même temps que les anneaux rouge brique habituels, en saillie, la préparation montre d'autres anneaux, plus larges et sans relief, accompagnant les premiers avec un certain décalage. Dans ces expériences aucune formation secondaire sous-jacente n'a été observée.

([1]) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1854.

La non-indépendance des deux familles d'anneaux s'accuse nettement sur de telles préparations où les anneaux plats, épousant la forme des anneaux en saillie, en semblent la répercussion fidèle. En d'autres termes les deux familles d'anneaux de chromate d'argent se rapporteraient à des aspects différents, et peut-être successifs, d'une seule et même périodicité des processus.

PHYSICOCHIMIE. — *La théorie de la mésomérie et les structures planes privilégiées du butadiène.* Note [1] de M. **Jean Guy**, présentée par M. Jean Cabannes.

L'expérience nous apprend que les polyènes à doubles liaisons conjuguées sont plans. Certains corps font exception à cette règle, mais un encombrement stérique important (comme dans l'atropisomérie) ou un cycle à fortes tensions de valence (cas du cyclo-octatétraène) contrecarrent alors la possibilité d'existence d'une structure plane.

Il semble donc que la mésomérie entre divers schémas de valence, différant entre eux par les positions des doubles liaisons conjuguées, implique que les structures moléculaires les plus stables correspondent à une configuration coplanaire des noyaux atomiques intéressés. Réciproquement d'ailleurs, si l'existence d'une structure plane est impossible, on constate expérimentalement une sorte d'inhibition au moins partielle de la mésomérie, ce qui se voit notamment par le rejet des spectres d'absorption vers l'ultraviolet plus lointain.

La démonstration générale de cette condition de planéité paraît assez délicate. A titre d'exemple, il est cependant possible de la démontrer rigoureusement pour le butadiène. Pour ce diène nous avons deux schémas de

(φ_1) H_2C^1 $^4CH_2$ / $HC^2 — ^3CH$ (I)   (φ_2) H_2C — CH_2 / $HC = CH$ (II)

fonctions de valence φ_1 et φ_2. Nous allons étudier la variation de l'énergie de la molécule en fonction de la torsion θ de la liaison entre les carbones 2 et 3. Nous prendrons comme meilleure approximation de la fonction d'onde la combinaison linéaire normée

$$\Phi = a\varphi_1 + b\varphi_2,$$

satisfaisant à la condition de minimum de la méthode de variation.

L'énergie de la molécule est donnée par

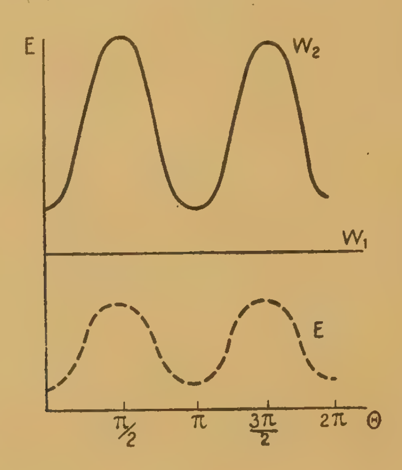
$$E = a^2 W_1 + b^2 W_2 - R,$$

avec

$$W_1 = \int \varphi_1 H \varphi_1 \, d\tau, \qquad W_2 = \int \varphi_2 H \varphi_2 \, d\tau, \qquad R = -2ab\varpi = -2ab \int \varphi_1 H \varphi_2 \, d\tau$$

(1) Séance du 24 juin 1946.

H est l'opérateur hamiltonien du système, W_1 et W_2 sont les énergies attachées aux schémas (I) et (II). Par suite de la libre rotation autour de la simple liaison, W_1 ne dépend pas de θ. Pour le schéma (II), la liaison 2-3 étant éthylénique, W_2 varie sinusoïdalement en présentant deux minima pour les deux configurations *cis* ($\theta = 0$) et *trans* ($\theta = \pi$) par rapport à cette liaison, et deux maxima surélevés d'environ 20 $K_{cal/mol}$ pour les deux configurations perpendiculaires ($\theta = \pi/2$ et $\theta = 3\pi/2$).



$R = -2abw$ est positif et représente l'énergie de résonance. La valeur absolue de w est maximum pour les configurations coplanaires par suite du plus grand recouvrement des orbites atomiques attachées aux électrons π. Comme W_2, énergie d'un schéma *excité*, reste constamment supérieure à W_1, on a

$$a^2 > \frac{1}{2} > b^2,$$

quel que soit θ. Par suite de la croissance de W_2 lorsque θ varie de zéro à $\pi/2$, la contribution de φ_2 diminue, c'est-à-dire que $|b|$ décroît, tandis que $|a|$ croît corrélativement, la normalisation de Φ entraînant au total la décroissance de $|ab|$. Toutes ces variations agissent donc dans le même sens et l'énergie de résonance est maximum pour $\theta = 0$ et π, minimum pour $\theta = \pi/2$ et $3\pi/2$.

Ces résultats sont reproduits qualitativement par la figure ci-dessus. Les deux configurations planes du butadiène, *cis* et *trans* par rapport à la liaison des carbones 2 et 3, sont des structures privilégiées d'énergie minimum. Le raisonnement s'étend sans difficulté si l'on considère de plus les deux schémas ioniques

$$\begin{array}{ccc} H_2C^{+} \quad {}^{-}CH_2 & & H_2C^{-} \quad {}^{+}CH_2 \\ HC{=}CH & \text{et} & HC{=}CH \end{array}$$

et les conclusions sont identiques.

Rappelons pour terminer que Kohlrausch et ses collaborateurs ont mis en évidence par l'étude du spectre Raman ([2]) l'existence des structures planes privilégiées du butadiène.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Une nouvelle réaction colorée du bisulfite combiné et des thiols*. Note ([1]) de M. **Raymond Jonnard**, présentée par M. Maurice Javillier.

Nos recherches sur l'hydrolyse des protéines ([2]) ont révélé des difficultés lors de la recherche des amino-acides sulfurés. Ainsi la réaction de Sullivan ([3]) pour la cystine est fréquemment négative, alors que la réaction de Mörner ou ses modifications sont généralement positives. Dans ces solutions, où l'absence de cystine et de cystéine peut être rigoureusement démontrée par des techniques appropriées (Hopkins, Pirie, Beveridge et Lucas, Denigès etc.), la réaction au nitroprussiate reste positive, même lorsque la technique plus rigoureuse de Krishnaswamy est mise en œuvre [bibliographie complète dans ([4])]. Cependant la coloration ainsi obtenue est plus stable que celle due à la cystine seule. De plus une réaction identique est également obtenue dans les tubes témoins contenant le sulfite seul. Ces divergences s'expliquent si l'on admet que l'excès de sulfite, ainsi que diverses combinaisons bisulfitiques du type $RS\text{-}SO_3Na$, $R\text{-}SO_3Na$, $R\text{-}SO_2H$ et R-SH (Heffeter) ([5]), ne sont pas entièrement décomposées dans les conditions de la réaction et peuvent encore réduire le nitroprussiate. Cette hypothèse a servi de base à l'établissement de la méthode analytique suivante.

Technique. — Dissoudre (ou suspendre) environ 1^{mg} de substance dans 5^{cm^3} d'eau. Ajouter 1^{cm^3} d'acide chlorhydrique à 10 % et 1^{cm^3} de sulfite ou de bisulfite de soude à 20 % préparé extemporanément. Maintenir à 20-25° pendant 15 minutes (car certains aldéhydes et les sucres réagissent lentement). Ajouter 2^{cm^3} d'ammoniaque concentré. Le pH doit être compris entre 7,5 et 9,0, car l'ion SO_3H^- cesse d'exister à une alcalinité plus grande. Ajouter immédiatement 3^{cm^3} de NaCN à 5 % dans la soude 0,5 N, préparé extemporanément. Chauffer au B.-M. bouillant pendant 15 minutes. Refroidir rapidement. Diviser la préparation en deux fractions. A l'une des fractions ajouter $0^{cm^3},5$ d'une solution fraîche de nitroprussiate de soude à 5 % : une couleur rose se développe immédiatement. La couleur est stable. A l'autre fraction ajouter 1^{cm^3} de la solution de cyanure et chauffer de nouveau pendant 5 minutes pour assurer la destruction de tout sulfite non

([2]) K. Bradacs et L. Kahovec, *Z. phys. Chem.* (B), 48, 1940, pp. 63-69; K. Kohlrausch, *Oesterreich. Chemik. Ztg.*, 45, 1942, pp. 1-32.

([1]) Séance du 1er juillet 1946.

([2]) *J. Am. Pharm. Ass. Sc. ed.*, 32, 1943, pp. 260-278; *Abstr.* 106th *Meet. Am. Chem. Soc.*, Pittsburgh, sept. 1943; *Ind. Eng. Chem. An. ed.*, 17, 1945. pp. 246-249.

([3]) *U. S. Pub. Health Rep.*, 44, 1929, pp. 1421-1428; *J. Biol. Chem.*, 116, 1936, p. 221.

([4]) *J. Am. Ph. Ass. Sc. ed.*, 34, 1945, pp. 293-295.

([5]) *Chem. Zentr.*, 3, 1907, pp. 822-824.

combiné. Refroidir immédiatement, et répéter la réaction comme plus haut. La couleur obtenue doit être pratiquement identique à celle de la première fraction. Des tubes témoins contenant les substances mentionnées dans la Table, dans lesquels soit le bisulfite, soit le cyanure et le bisulfite, sont omis, sont incolores ou transitoirement jaunes ou oranges. Le bisulfite employé seul développe toujours une couleur jaune.

d-ribose	rose	Vanilline	orange	Thioacétamide	rouge
Raffinose	»	Furfural	rouge	Méthylisothiourée	»
Maltose	»	Glycérine-furfural	orange	Méthylmercaptoben-	
Tréhalose	»	Chloroéthylformal	♯♯jaune	zothiazole	rose
d-galactose	»	Chloral	»	Diphénylthiocarbaz.	orange
l-xylose	»	Ald. acétylsalicylique		Phénylhydrazine	♯♯♯orange
Lévulose	»	(diacétate)	rose	*p*-nitrophénylhydra-	
l-sorbose	orange	Acétone	rouge	zine	rose
d-glucose	rose	Diacétone-alcool	rose	Indole	violet
d-mannose	jaune	Dihydroxyacétone	rouge	Scatole	jaune
Pentacétylglucose	*jaune	Dicinnamylacétone	orange	Tryptophane	»
Hexosephosphate (Ca)	rose	Benzophénone	jaune	Ac. indolepyruvique	»
Glucuronate (Ca)	brun	Benzyl-dioxime	rouge	Cholestérol	»
Acide ascorbique	jaune	Cyclohexènedione	orange	Phytostérol	»
Phytine	»	Xanthone	jaune	Histidine	»
Méthanal	♯rose	Benzalazine	rose	*dl*-phénylalanine	rose
Glycérine-formal	rose	Guanidine (HCl)	rouge	3.4-dihydroxyphényl-	
Hexanal	″rouge	Sulfanilamide	»	alanine	»
Heptanal	jaune	Acétamide	»	Méthionine	jaune
Acide glyoxylique	rose	5-amino-uracile	rose	Cystine	rouge
Ald. benzoïque	orange	Créatinine	♯♯♯**rouge	Cystéine	»
» *p*-hydroxybenz.	♯♯jaune	Alloxane	orange	Thréonine	rose
» *m*-nitrobenz.	rose	Acide *p*-aminophényl		Caséine	***rouge
» anisoïque	♯♯brun	acétique	rose	» hydrolysat	***rose

*L'étude du pentacétate de *d*-glucoaldose, de Wolfrom, dans lequel un groupe CHO libre donne une réaction de Shiff positive, serait intéressante.

**La couleur est instable et disparaît en quelques heures.

***Ces échantillons, spécialement purifiés et dépourvus de sucre, ont été décrits et analysés dans (1-3°). Les hydrolysats acides de caséine (18 heures dans l'acide sulfurique 5N bouillant) sont toujours dépourvus de cystine et de cystéine : la réaction est due à la présence d'aldéhydes.

″La couleur vire rapidement au vert.

Les couleurs développées par les aldéhydes et les cétones sont distinctes. Les sucres, à l'exception du *d*-mannose, réagissent positivement, ce qui confirme l'existence de leurs combinaisons bisulfitiques [6].

La réaction décrite présente des avantages sur celle de Legal modifiée par Meyer, Studer, Rantzman etc. Elle peut être employée à la détection de l'acide acétoacétique (Harding et Ruttan) et à la recherche de l'acide β-hydroxybutyrique (Hart). Les stérols et certains dérivés de l'indol, qui interfèrent dans la réaction de Legal, développent, au contraire, des couleurs distinctes par la méthode décrite. Dans le cas des aldéhydes, il est probable

---

([6]) L'addition du bisulfite aux sucres étant conditionnée par la facilité avec laquelle il est possible d'obtenir l'ouverture du noyau pyranosique, ce facteur explique l'absence de réaction avec le *d*-mannose.

qu'une phase intermédiaire de la réaction est la formation d'hydroxysulfones (lorsque les combinaisons bisulfitiques sont amenées au pH 9,0 ([7]).

Les substances marquées ♯ et ♯♯, qui ne donnent pas la réaction de Legal, réagissent ici normalement, sauf en présence de groupes empêchants (substances marquées ♯♯). Au contraire certaines autres (marquées ♯♯♯) qui donnent exceptionnellement une réaction de Legal positive, réagissent d'une façon distincte par la technique décrite. Les thiols donnent des couleurs vives.

L'histidine et la cystine, qui gênent la réaction au nitroprussiate de Sullivan et Mc Carthy pour la méthionine, ne prêtent plus à confusion. Ces résultats prennent de l'importance s'il est reconnu que divers aldéhydes sont toujours présents dans les hydrolysats acides de protéines. Il faut aussi remarquer que les combinaisons de ces aldéhydes avec la cystine et la cystéine libres, qui gênent les déterminations par la méthode de Sullivan et Hess, et par celle de Shinohara, sont décomposées en leurs éléments par le procédé ci-dessus. La réaction décrite est également propice à l'étude de la nature des liaisons —CH=N—, —S—NH—, —S—S— (dont dépendent les propriétés mécaniques des protéines insolubles) par la méthode au bisulfite combiné [Phillips, Cuthbertson, Lindley etc. ([8])].

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de l'action de l'aminoazobenzène sur les aldoses.* Note ([1]) de M. **Jean Guilhot**, transmise par M. Marcel Delépine.

L'aminoazobenzène donne avec les aldéhydes aromatiques des produits de condensation du type iminé; mais il y a pratiquement résinification avec les aldéhydes gras ([2]). La molécule des aldoses étant relativement résistante, il était dans l'ordre logique des choses d'étudier l'action du réactif sur ces composés aliphatiques, à caractère aldéhydique.

L'expérience a montré que cette action est extrêmement lente, même à chaud. Mais après un contact de plusieurs mois à la température ordinaire et au sein de l'alcool, le *l*-rhamnose, le *d*-glucose et le *d*-galactose ont donné lieu avec l'aminoazobenzène à d'abondantes précipitations. La réaction étant possible, nous avons cherché un catalyseur capable d'en accélérer la vitesse. Le chlorure d'ammonium cristallisé a donné de très bons résultats.

Dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux et chauffé au bain-marie sont placées des quantités équimoléculaires d'aminoazobenzène et de l'aldose étudié. Une faible proportion de chlorure d'ammonium solide ($0^g,01$ pour 1^g de sucre)

([7]) Maglio, *Chem. Analyst*, 33, 1944, pp. 83-86.
([8]) *Bioch. J.*, 39, 1945, pp. 7-23.

([1]) Séance du 1er juillet 1946.
([2]) *Comptes rendus*, 221, 1945, p. 146.

est ajoutée, ainsi qu'un volume d'alcool éthylique à 95°, fonction des solubilités du sucre et du produit de la réaction. L'aldose disparaît peu à peu. L'ébullition est maintenue pendant un temps suffisant (de 45 minutes à une heure). Après refroidissement, le produit de condensation se dépose au bout d'un temps plus ou moins long, mais souvent rapidement. Le rendement est excellent. Les composés sont filtrés, lavés à l'eau distillée, puis avec un peu d'alcool, enfin avec de l'éther. Recristallisés dans l'alcool méthylique, ils se présentent sous forme de jolis cristaux jaunes ou orangés, feutrés ou microcristallins. L'analyse fournit pour ces corps une composition permettant bien de les représenter par une formule du type imine ou un schéma du type semi-acétalique (δ par exemple). Pour un hexose, nous pourrons écrire

$$CH_2OH—CHOH—CHOH—CHOH—CHOH—CH{=}N—C_6H_4—N{=}N—C_6H_5$$

(forme imine),

et

$$CH_2OH—\underset{\llcorner___________________ O ___________________\lrcorner}{CH—CHOH—CHOH—CHOH—CH}—NH—C_6H_4—N{=}N—C_6H_5$$

(forme δ-oxydique).

Tous ces dérivés fondent à haute température en se décomposant. Le tableau ci-dessous contient quelques caractéristiques des produits obtenus.

Sucre étudié.	Aspect des produits de condensation, examinés au microscope.	Point de fusion corrigé, vers
Arabinose dextrogyre	Beaux cristaux polygonaux orangés, jaunes par transparence	203°
Rhamnose »	Fines aiguilles jaunes, groupées en masses fibreuses.	227
Glucose »	» » enchevêtrées	199
Mannose »	Aiguilles jaunes, brillantes, disposées en masses fibreuses	247
Galactose »	Cristaux orangé-foncé, très fins	205

L'hydrolyse de tous ces composés s'effectue aisément par une courte ébullition avec une solution aqueuse d'acide sulfurique à 1 %, ou d'acide oxalique à 5 %. Le sucre initial est ainsi régénéré.

Pour éviter l'emploi de réactifs énergiques, on peut aussi, en milieu alcoolique, déplacer le sucre de son produit de condensation au moyen d'un aldéhyde aromatique. L'aldéhyde salycilique, dont la combinaison avec l'aminoazobenzène est fort peu soluble dans l'alcool froid, donne des résultats quantitatifs.

PÉTROGRAPHIE. — *Sur l'existence d'un métamorphisme régional dans le Haut-Atlas marocain.* Note de M. **Henri Termier** et Mme **Geneviève Termier**, transmise par M. Albert Michel-Lévy.

L'examen des roches rencontrées dans le massif même du Tichka nous avait conduits (1) à l'hypothèse d'un métamorphisme régional antérieur à la mise en place du granite et à son action de contact, certains faciès ne pouvant guère s'expliquer que par une telle superposition de phénomènes. La campagne que nous avons effectuée de septembre à décembre 1945, et qui nous a permis de terminer les cartes pétrographiques du Tichka, n'a fait que confirmer cette manière de voir. On observe en effet que des bandes de terrains métamorphiques se dégagent du massif proprement dit et se poursuivent loin de tout pointement granitique ayant donné une auréole. L'étude détaillée des variétés que nous avons recueillies devant être faite ultérieurement, nous nous bornerons, dans la présente Note, à quelques indications sommaires.

Les *séricitoschistes* affleurent largement au N. W. du massif, dans le bled Aït Zemlal, entre Afensou et Ikkis.

Des roches chloriteuses variées forment, dans la même région, plusieurs affleurements importants, notamment près de Tassa et d'Assif Lalou. Les unes se sont constituées aux dépens de sédiments non calcareux : chloritoschistes et chloritogrès (Tassa), schistes à séricite et chlorite (Tassa, Aït Ba Hammou, Irzer Ouarg, Imi ou Assif), schistes arkosiques chloriteux. D'autres proviennent de schistes et de grès calcaires ou de calcaires gréseux (calcschistes chloriteux d'Inrasdinine où l'on observe des microfailles à schistes à calcite séricite et chlorite, grès calcaires à séricite et chlorite (Tizi Tabgourt), calcaires gréseux et chloriteux (Tizi Tagbourt, Aïn Inrasdinine : ce dernier point a pour coordonnées 450-170, c'est dire qu'il est à 20km du granite d'Ikkis).

D'autres enfin, particulièrement riches en chlorite et en magnétite (Tassa), semblent bien résulter de la transformation de plutonites sous l'influence de la chaleur et la pression orientée.

Les *roches amphiboliques* abondent à l'W du massif, en particulier, dans le Haut-Seksaoua. Les unes proviennent de calcaires magnésiens impurs, tels les calcaires roses à lits verts de hornblende (roche ornementale), avec ou sans mica, affleurant près de Tizi Idgal, les autres sont issues de schistes ou de grès calcaires, par exemple les schistes à calcite et à amphibole, les grès amphiboliques à épidote, les grès amphiboliques à calcite et feldspaths et les quartzites à hornblende (Agreskaoune ou cote 3233m). D'autres encore représentent

(1) *C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, 5 mars 1945, p. 45. Cette hypothèse a été suggérée par l'un de nous dans un rapport déposé en 1940 au Service des Mines du Maroc.

l'évolution de types déjà chloriteux; tels sont les schistes et grès à hornblende, épidote et chlorite, tels aussi les schistes à hornblende et biotite. On observe au voisinage d'Asif Lalou le passage des chloritoschistes aux amphibolites chloriteuses. Certains schistes à hornblende et certaines amphibolites à épidote ou à zoïsites semblent bien être l'aboutissant des transformations subies par des roches éruptives basiques (Talet Tisguine, Irzer Ouarg). Enfin des amphibolites feldspathiques, avec ou sans biotite, affleurent près du Tizi Tizzirt, de l'Azib Aderdour, dAsif Lalou sur le flanc Nord de Ras Moulay Ali, ou cote 3350^{m} et jusqu'à 10^{km} de tout pointement de granite : leur nature ortho ou para ne sera décelée que par des analyses chimiques qui nous manquent encore.

Des *cipolins à épidote* s'ordonnent au SW du massif en plusieurs petites bandes EW, dans le bled Aït Tament (notamment près des villages d'Aït Naceur et d'Aït Youssef), et, au NW du massif, au N du Tizi Imedlaoune.

Nous arrêterons cette revue, qui est loin d'être exhaustive, avec la mention de faciès curieux affleurant à l'W du massif, entre Timiouine et Ouzagas : à savoir des calcschistes graphiteux et des leptynolites. Entre Tizi Tizzirt et le sommet de Ras Moulay Ali affleurent des roches feldspathisées à biotite, épidote et amphibole sur fond de quartz, intermédiaires entre des micaschistes amphiboliques; et des cornéennes, mais qui gisent trop loin du granite des Agounsane pour que l'on puisse rendre celui-ci responsable de leur métamorphisme.

Plusieurs des faciès observés au J. Tabgourt se poursuivent à l'W du méridien Lambert 178, et la plupart des types que nous avons énumérés se prolongent plus au Sud, vers l'W, dans le massif des J. Tinergouet (3555^{m}) et Aoulim (3470^{m}), qui dominent Taroudant.

Notons enfin que, dans les diverses roches passées en revue, la texture cataclastique n'est pas rare.

Conclusion. — Ces arguments prouvent la réalité d'un métamorphisme régional correspondant à l'épizone de Grubenmann et de Niggli (séricite, chlorite, épidote, zoïste, hornblende, avec du quartz et de la calcite se rencontrant dans la même roche sans avoir réagi l'un sur l'autre). Peut-être les emphibolites feldspathiques appartiennent-elles au sommet de la mésozone. Il est logique de penser, en première analyse, que les bandes de terrains les plus transformées correspondent à des aires anticlinales. Mais ce métamorphisme régional antérieur à la mise en place du granite est oblitéré par les phénomènes de contact, sur une grande étendue, dans le massif du Tichka, autour de quelques pointements granitiques isolés comme celui du Tizi n'Mgaied et même en certains points où le granite n'a pas encore été mis au jour par l'érosion, par exemple, au N du J. Tabgourt (Signal 3205^{m}), où l'on observe des schistes à deux micas et des cornéennes à andalousite sur le flanc SE d'Aourirène.

Pour terminer, il nous paraît probable qu'une telle superposition de métamorphismes doit se rencontrer en des régions du Haut-Atlas autres que le massif du Tichka, et que cette considération permettra d'expliquer l'existence et la liaison de certains faciès pétrographiques [2] qui, à notre avis, n'ont pas encore été correctement interprétés.

PÉTROGRAPHIE. — *Mécanisme de la grésification des lambeaux de grès et de poudingues siliceux dans le Sud du Bassin de Paris.* Note de M. **Paul Jodot**, transmise par M. Albert Michel-Lévy.

De nombreux auteurs ont parlé du mode de concrétionnement de la grésification, mais aucun, à ma connaissance, n'a traité à fond ce sujet. Voici mon interprétation :

Il existe dans le Sud du Bassin parisien, au sein des assises détritiques en place, de nombreux amas de grès et de poudingues siliceux, qui, loin de former des bancs continus, se rencontrent soit en lentilles ou en blocs isolés, disséminés irrégulièrement et déchaussés sans ordre, mais, somme toute, presque en place; soit en blocs résiduels, abandonnés par l'érosion.

Les caractères pétrographiques de ces roches se modifient suivant leurs âges respectifs et suivant le milieu originel (marin, côtier, dunaire ou fluvio-lacustre), auquel elles appartiennent. On distingue des grès à ciment calcédonieux, des grès-quartzites, des quartzites-grès d'aspect lustré et des poudingues à cailloux roulés ou non roulés, dont les gangues appartiennent aux types précédents. Des couches de grès sont parfois interstratifiées dans les poudingues; inversement, il existe des lits de cailloux ou des bancs de poudingue dans les grès.

Le niveau stratigraphique de ces assises siliceuses est essentiellement variable : grès albiens, poudingues à silex des craies turoniennes ou sénoniennes décalcifiées sur place, grès et poudingues fluvio-marins sparnaciens et bartoniens, grès marins stampiens avec ou sans cordons de galets, grès blancs des faciès côtiers de Stampien etc.

Sans entrer dans les détails pétrographiques de ces roches, et quel que soit leur niveau stratigraphique, le mécanisme de leur grésification semble être passé par des phases micrographiques analogues, sinon identiques. Le ciment primordial calcaire a pu exister ou ne s'y trouver qu'à l'état de traces. Peu importe que la silice de la gangue soit d'origine inorganique ou organique, qu'elle ait été empruntée aux grains de sable, ou qu'elle vienne de l'extérieur.

---

(2) Cette conclusion rejoint une de celles qui sont exprimées par E. Raguin (*Les roches éruptives des environs d'Azgour dans l'Atlas de Marrakech, Maroc, Société géologique de France. C. R. somm.*, 14, 19 novembre 1945, p. 198).

Il suffit que la solution colloïdale siliceuse puisse circuler *librement* entre les grains de la roche non consolidée. Enfin on tiendra compte du fait que les bancs de grès se rencontrent souvent vers le sommet des assises de sables.

La solution siliceuse pénètre, tout d'abord, la couche détritique; après l'avoir imprégnée, elle gagne, dans la partie haute de la formation stratigraphique, le niveau de la nappe hydrostatique, où elle est arrêtée dans sa progression.

Dès ce moment la solution, largement diffusée par la nappe aquifère, subit l'action des phénomènes physicochimiques du lieu, différence de température, pressions moindres, déséquilibre dans la répartition des charges électriques, ainsi que celle d'autres facteurs. Le nouvel *état d'équilibre* agit sur les constituants de la solution colloïdale, car la position de cette dernière est spéciale : jusqu'alors elle ne s'était jamais trouvée aussi près de la surface du sol. La solution, grâce à la *capillarité* de cette zone particulière, offre la situation la plus avantageuse pour son *évaporation* (1) massive; et, comme ce dernier phénomène est directement lié aux fluctuations atmosphériques, il sera facilité, si la roche détritique occupe un emplacement topographique saillant; conditions qui seront encore mieux réalisées si le sol est *émergé*.

A la suite de ces dispositions indispensables, la zone aquifère oscille; elle est successivement mouillée, humide et *sèche*. En même temps, comme la solution colloïdale se concentre, la densité des éléments de constitution favorise la libération des ions Si; les atomes de silice se concrétionnent par oxydation.

Après cette première série de phénomènes, le concrétionnement est peu à peu renforcé par l'afflux d'autres venues périodiques de silice colloïdale, soumises de nouveau à l'évaporation; les particules minérales s'accumulent. Tour à tour le cycle des cristallisations se répète, chacun apportant sa contribution de silice sous forme d'auréoles siliceuses autour des grains détritiques. C'est de cette manière qu'une trame résistante, origine du concrétionnement, commence à se former, et qu'elle continue à s'accroître jusqu'à l'arrêt définitif de la grésification : tandis que le dépôt siliceux atteint son *maximum* d'épaisseur sur la face supérieure de la couche grésifiée, il réalise, en même temps, un accroissement, mais bien plus restreint, dans toutes les directions à la fois sur les autres côtés de la même roche.

Lorsqu'il y a eu variation dans le niveau phréatique d'une nappe, soit sous l'influence de périodes pluviales, soit par suite des modifications d'écoulement pendant les temps géologiques, il a pu se former plusieurs niveaux de concrétions de grès (2).

---

(1) L. Cayeux (*Roches sédimentaires de France. Roches siliceuses*, 1929, p. 250) mentionne le rôle de l'évaporation dans la consolidation d'un grès actuel sur les côtes de Crète.

(2) J. Gosselet, *Ann. Soc. Géol. Nord*, 35, 1906, p. 359.

Puisque les grès se forment de préférence vers le sommet des couches sableuses, les lambeaux émergés de sable avec ou sans cailloux, non encore soudés par un ciment siliceux, qui couronnent les reliefs topographiques du sol, réalisent les meilleures conditions pétrographiques pour être grésifiées; celles de ces roches qui occupent une position anticlinale jouissent d'avantages incontestables. En fait, dans le Sud du Bassin de Paris, de nombreux amas de grès ou de poudingues quartziteux, mais non pas tous, occupent cette situation tectonique privilégiée sur le tracé des anticlinaux crétacés ([3]); plusieurs lentilles forment des dômes isolés et saillants.

PÉTROGRAPHIE. — *Sur l'identité structurale des illites et de la bravaisite de Noyant (Allier).* Note ([1]) de M. **André Rivière**, présentée par M. Léon Bertrand.

L'existence de la bravaisite, en tant que minéral argileux caractéristique, ne semble guère avoir été prise en considération par les géologues. Seuls Thiébaut et J. de Lapparent, se basant essentiellement sur des considérations chimiques, rapportèrent à cette espèce minérale, le premier, les minéraux argileux d'un certain nombre de marnes du Bassin de Paris ([2]); le second, les argiles d'El Golea ([3]). Plus récemment Nagelschmidt, d'après un échantillon du British Museum, a décrit la bravaisite comme un mélange d'illite et de montmorillonite ([4]).

M. Orcel a pu étudier un fragment de bravaisite type, provenant du gisement originel de Noyant (Allier), conservé au Muséum sous le numéro 96-134. Un premier spectre Debye-Scherrer ayant révélé la présence de quartz en faible quantité, l'échantillon, mis en suspension, peptisé et dispersé, fut lévigé. Le minéral ainsi purifié donne le spectre D-S caractéristique des illites. Un spectre de bravaisite *orientée* ([5]) montre qu'il s'agit d'une illite typique dont les feuillets présentent un écart réticulaire voisin de 11 Å, *sans alternance de feuillets à* 14 *et* 7 Å.

Il y a donc identité structurale entre le minéral de Noyant (Allier), dénommé *bravaisite* par Mallard en 1878 et les illites, telles qu'elles sont aujourd'hui

([3]) Un rapprochement s'impose entre les roches précédentes et les gisements de *craie durcie* postérieurement à leur dépôt, qui s'observent dans les anticlinaux des mêmes régions (*C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, 6, 1946, p. 156). Des influences physicochimiques de nature analogue ont pu favoriser l'afflux d'une solution carbonatée qui imprègne la boue crayeuse d'une fine cristallisation de calcite secondaire.

([1]) Séance du 24 juin 1946.

([2]) Thiébaut, Paris, 1925.

([3]) *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, 5e série, *Pétrographie*, n° 3, 1937.

([4]) *Min. Mag.*, 25, 1940, p. 6.

([5]) Rivière, *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 1445.

définies (composition chimique variable dans d'assez larges limites). Il en résulte que *le terme illite, créé seulement en* 1937 ([6]), *tombe en synonymie avec la dénomination bravaisite,* laquelle devrait donc être utilisée pour les minéraux de ce groupe minéralogique, tout au moins pour ceux d'entre eux qui sont caractérisés par une épaisseur de feuillets à peu près régulière et voisins de 10-12 Å.

L'étude de plusieurs spectres D-S donne, pour les écarts réticulaires de la bravaisite de Noyant, les valeurs suivantes : TF, large, floue, approximativement 12,1 Å; F 4,5 Å; f 3,72 Å; m 3,55 Å; à pv 3,08 Å; F, 2,60 Å; m 2,42 Å; ttf, large, 2,20 Å; ttf, large, 2,01 Å; f, large, floue, 1,70 à 1,64 Å; F 1503 Å; à pv 1,355 Å; f 1,299 Å. Ces nombres correspondent bien à ceux que donnent en général les illites et sont particulièrement voisins de ceux obtenus à mon laboratoire par G. Millot ([7]), pour certaines argiles des marnes de Lorraine, *qui sont donc bien effectivement des bravaisites.* Ils sont également proches de ceux indiqués par J. de Lapparent pour les argiles de El Golea et le terme de bravaisite adopté par cet auteur est pleinement justifié.

Il est intéressant de noter que les paillettes naturelles du minéral de Noyant donnent des spectres semblables à ceux que l'on peut obtenir avec des pellicules d'argile artificiellement orientées. Ce fait montre que ces paillettes sont constituées, comme je l'ai déjà signalé ([8]) pour le minéral E de Brajnikov ([9]) (lequel n'est autre chose qu'une bravaisite ferrifère), par un assemblage de particules ayant en commun la direction de leur clivage principal 001, sans qu'il y ait nécessairement coïncidence des autres directions cristallographiques. Dans certains cas cependant, l'apparition de figures biaxes, en lumière convergente, semble indiquer un début de coordination de ces directions et ce, aussi bien dans des paillettes naturelles que dans des pellicules artificiellement orientées.

GÉOLOGIE. — *La série granitique ultime de l'Aïr au Niger et sa minéralisation stannifère.* Note de M. **Maurice Raulais**, présentée par M. Charles Jacob.

Chargé par la Direction des Mines de l'Afrique Occidentale Française de la carte géologique et de l'exploration minière du massif de l'Aïr, j'y ai identifié la série granitique désignée dans la Colonie Britannique de Nigéria sous l'appellation de *Younger or Plateau Granite,* et j'ai découvert, en mai 1945, une importante minéralisation stannifère indubitablement liée à cette série granitique ultime.

([6]) R. E. Grim, R. H. Bray et Bradley, *Am. Min.*, **22**, 1937, p. 813.

([7]) G. Millot, *C. R. Soc. Géol. Fr.*, 4 février 1946.

([8]) Rivière, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1946 (sous presse).

([9]) B. Brajnikov, *Rev. Géographie physique et Géologie dynamique*, **10**, 1937, pp. 1-90 et pp. 109-137, Paris.

Ce granite se présente sous deux faciès principaux : l'un, hyperalcalin à riébeckite et ægyrine, et l'autre, simplement alcalin à biotite; les feldspaths sont l'orthose et l'albite, à l'exclusion des plagioclases calciques; les quartz sont presque toujours à extinction nette.

Il forme dans l'Aïr des massifs de quelques dizaines de kilomètres de diamètre, surgissant brusquement et dominant de 5 à 600^{m} la haute pénéplaine environnante constituée de schistes cristallins et de *vieux* granites subalcalins. Jusqu'à présent je n'ai étudié en détail que trois de ces massifs : le Damagaram autour de Zinder et, dans l'Aïr, le Tarraouadji, à 60^{km} à l'Est-Nord-Est du poste d'Agadès et les Baguezans à 50^{km} au Nord-Est du précédent.

Le Damagaram et les Baguezans sont exclusivement constitués de granite hyperalcalin et je n'y ai trouvé aucune trace de cassitérite; en revanche, le Tarraouadji présente à la fois le faciès hyperalcalin stérile et le faciès simplement alcalin qui s'est révélé stannifère.

La cassitérite se trouve soit à l'état libre, soit enrobée dans du quartz, dans les alluvions et sur les pentes d'une zone de granite à biotite d'environ 45$^{km^2}$; sa couleur est noire bleuâtre, et les morceaux de plusieurs kilogrammes sont fréquents; le plus gros trouvé jusqu'à ce jour pèse 37^{kg}.

La cassitérite se présente également en place; j'en ai trouvé un gîte qui, en plan, affecte la forme d'un neck elliptique de 1^{m} à 1^{m},50 de diamètre; la cassitérite est associée à un agrégat quartzeux. Le gisement est auréolé d'une zone d'altération du jeune granite alcalin à biotite. Cette zone a une forme allongée d'environ 16^{m} de longueur avec une largeur assez irrégulière de 2 à 5^{m}.

A côté de la cassitérite j'ai trouvé des gîtes distincts d'ilménite, d'oligiste, ainsi qu'un petit gisement de galène associée à de la malachite et de l'azurite.

M. A. Lacroix (1) a fait ressortir combien était vaste, dans le Centre-Nord et dans le Nord-Est de l'Afrique, la répartition des granites ou microgranites hyperalcalins qui sont connus en Nigéria (Plateau de Bauchi), au Niger (Aïr, Zinder, Meunie), dans les territoires du Sud Algérien (Ahaggar), dans le désert de Lybie (Djebels Ouénat et Kissou), en Éthiopie (Horst dankali) et en Arabie; on connaît également (2) des granites hyperalcalins jusque dans le Sinaï. Il serait intéressant de savoir si, de même qu'en Nigéria et en Aïr, les faciès hyperalcalins à riébeckite et aegyrine signalés en ces nombreux points ne seraient pas associés à un faciès simplement alcalin à biotite, qui aurait alors quelques chances d'être minéralisé en cassitérite. En ce qui concerne les territoires français, il semble que la question mérite d'être étudiée attentivement dans l'Ahaggar et également au Cameroun, où l'on exploite de la cassitérite depuis vingt ans, ainsi qu'en Afrique Équatoriale Française.

Enfin mes études n'ont porté jusqu'à présent que sur des régions qui ne

---

(1) *Volcanisme et Lithologie*, *in* DALLONI, Mission au Tibesti (*Mém. Acad. Sc.*, 61, 1934, pp. 302 à 364).

(2) L. PICARD, *Bull. of the géol. Dep. Hebrew Univ.*, Jérusalem, 3, III-IV, 1941, p. 6.

permettent pas de préciser définitivement l'âge de ce dernier granite. On sait qu'à Zinder il est recouvert en transgression par du continental intercalaire antécénomanien; en revanche il y est intrusif dans des grès-quartzites très redressés, d'âge encore indéterminé. En outre, aucune intrusion granitique n'a jamais été signalée dans les formations primaires du Tassili Oua N'Ahaggar situé entre l'Aïr, l'Ahaggar et l'Adrar des Iforhas au Soudan. Aussi serais-je tenté de classer dans le Précambrien le granite ultime du Niger, et je me propose d'en rechercher des galets dans le conglomérat de base des grès inférieurs du Tassili Oua N'Ahaggar.

GÉOLOGIE. — *L'âge de la dalle nacrée et de l'oolithe ferrugineuse du Jura méridional.* Note de M. **Henri Tintant**, présentée par M. Charles Jacob.

Le Callovien du Jura méridional a fait jadis l'objet d'importantes études de P. Choffat ([1]) et de A. Riche ([2]), qui y distinguent :

un Callovien inférieur, correspondant à la zone à *Macrocephalites macrocephalus*, représenté au Nord par la dalle nacrée, et au Sud par la formation connue sous le nom d'oolithe ferrugineuse du Bugey;

un Callovien moyen, ou zone à *Reineckeia anceps*, formé par des alternances de marnes et de calcaires marneux, se chargeant vers l'Est, dans la région des Hautes Chaînes, d'oolithes ferruginenses;

enfin un Callovien supérieur, formé par la zone à Peltoceras athleta, attribué actuellement à l'Oxfordien.

Ainsi la dalle nacrée et l'oolithe ferrugineuse du Bugey seraient deux faciès d'une même zone, passant latéralement l'un à l'autre. Une étude détaillée du Callovien de cette région m'a amené à rejeter cette opinion.

I. *Dalle nacrée.* — Bien représentée au Nord de la ligne Bourg-Nantua et à l'Ouest de la ligne Nantua-Saint-Claude, elle fait défaut partout ailleurs. Le faciès caractéristique (calcaire miroitant à nombreux débris d'Échinodermes) est loin d'être constant; il forme des îlots au sein de calcaires oolithiques ou zoogènes, prolongeant exactement le faciès des terrains bathoniens sous-jacents qui, eux-mêmes, présentent fréquemment des aspects très comparables à la dalle nacrée typique (environs de Nantua par exemple).

Cependant à la base de celle-ci on observe toujours une importante surface de discontinuité, avec de nombreuses perforations de mollusques Lithophages, des tubes de Serpules et des grandes Huîtres fixées sur une épaisse croûte ferrugineuse. Mais de tels hard-grounds sont fréquents dans tout le Bathonien supérieur et même au sein de la dalle nacrée et ils n'ont qu'un faible intérêt au point de vue stratigraphique.

La faune, surtout riche en Brachiopodes, contient environ 80 espèces parmi lesquelles : *Macrocephalites macrocephalus* Schlot., *M.* (*Kamptocephalites*) *herveyi* Sow, *Sphæroceras microstomum* d'Orb., *S. bombur* Opp., *S.* (*Morrisites*) *bullatus* d'Orb., *Reineckeia*

([1]) *Mém. Soc. Émul. du Doubs*, 5e série, 3, 1878, p. 79.

([2]) *Ann. Univ. Lyon*, 6, III, 1893.

(*Kellawaysites*) *greppini* Opp., *Perisphinctes* (*Siemiradskia*) *aurigerus* d'Orb.. *P.* (*Orionoides*) *orion* Opp. *Rhynchonelloidea cerealis* Buck., *Holectypus depressus* Lesk., *Hyboclypeus gibberulus* Ag., *Echinobrissus clunicularis* Ph., etc...

C'est là la faune classique de la Zone à *M. macrocephalus*, correspondant exactement à l'Upper Cornbrash des auteurs anglais.

2° *Oolithe ferrugineuse du Bugey.* — C'est un calcaire très marneux, riché en grosses oolithes ferrugineuses, souvent glauconieux à la base. Son épaisseur dépasse rarement 1m. Le plus souvent, il repose directement sur le Bathonien supérieur. Mais vers le Nord, on le voit se superposer à la dalle nacrée (Revermont, par exemple), tandis qu'à l'extrême-sud, aux environs de Lhuis et sur la bordure du plateau de Crémieu, il repose sur des marnes blanchâtres alternant avec des bancs minces de calcaire blanc rosé dans lesquels j'ai trouvé *Macrocephalites macrocephalus*.

La faune de ce niveau, extrêmement abondante, est riche surtout en Céphalopodes parmi lesquels : *Macrocephalites macrocephalus* Schlot., *M.* (*Dolicephalites*) *Canizzaroi* Gem., *M.* (*Pleurocephalites*) *grantanus* Opp., *M.* (*Kamptocephalites*) *herveyi* Sow., *Kepplerites gowveri* Sow., *K.* (*Sigaloceras*) *callovierisis* Sow., *Cosmoceras* (*Zugocosmoceras*) *jason* Rein., *C. Gulielmiceras*) *gulielmi* Sow., *Reineckeia anceps* Rein., *R.* (*Reineckeites*) *douvillei* Stein., *R.* (*Kellawaysites*) *greppini* Opp., *Proplanulites kœnighi* Sow. et de nombreuses espèces de *Perisphinctes* et d'*Hecticoceras*.

La présence de nombreux Macrocephalitidés avait conduit Choffat et Riche à attribuer cette formation à la Zone à *M. macrocephalus*. Mais, mélangés aux fossiles de cette Zone, dès la base de l'oolithe et parfois dans les mêmes échantillons, on en trouve d'autres indiquant un âge plus récent : forme de la Zone à *Kepplerites calloviensis* (*K. calloviensis*, *K. gowveri*, *Proplanulites kœnighi*) et même forme de la Zone à *Reineckeia anceps* (*R. anceps*, *R. liffolensis*, *Cosmoceras Jason*).

Il est logique de dater cette formation par les fossiles les plus récents qu'elle renferme. Elle appartient donc à la Zone à *R. anceps* et les fossiles antérieurs proviennent de sédiments plus anciens. Beaucoup présentent d'ailleurs des traces évidentes de remaniement, particulièrement ceux de la Zone à *M. macrocephalus*, qui présentent fréquemment un remplissage interne calcaire bien différent de la gangue oolithique qui les renferme.

Nous sommes ainsi amené *à donner à la dalle nacrée et à l'oolithe ferrugineuse des âges nettement différents*. Un fait confirme cette conception. A Germagnat, dans le Revermont, on trouve, entre la dalle nacrée et l'oolithe, ici très réduite, un banc de calcaire qui offre une petite faune parmi laquelle : *Macrocephalites macrocephalus* Schlot., *Kepplerites gowveri* Sow., *K.* (*Sigaloceras*) *calloviensis* Sow., *Reineckeia kiliani* P. et Bon., *Proplanulites koenighi* Sow. etc.

Cette couche représente la Zone à *K. calloviensis*, c'est-à-dire l'équivalent exact des Kellaway Rocks du Wiltshire.

En résumé, la zone à *M. macrocephalus* est représentée uniquement par la dalle nacrée au Nord et les calcaires de Lhuis au Sud. Partout elle est intimement liée au Bathonien : même faciès, mêmes conditions de sédimentation.

La Zone à *K. calloviensis* n'existe qu'à Germagnat. Partout ailleurs elle fait défaut. Il y aurait donc à ce niveau une importante lacune.

Enfin les faciès à oolithes ferrugineuses ne débutent en aucun point avant la Zone à *R. anceps*.

GÉOLOGIE. — *Sur les variations sylvatiques flandriennes dans le Jura français.* Note [1] de M. **Fridolin Firtion**, présentée par M. Emmanuel de Margerie.

Aux connaissances fort sommaires que nous possédions sur l'histoire forestière flandrienne du Jura français [2] j'adjoins ici celles qui se dégagent de l'étude pollenanalytique d'une partie du matériel tourbeux rassemblé au cours de deux campagnes de sondages effectuées en 1945 et 1946.

Les résultats que j'utilise à cet effet se rapportent à 13 tourbières étagées en altitude comme suit :

plus bas que 700^m, La Vèze (Marais de Saône) (390^m), Andelot-Dessous (600^m);

de 700 à 900^m, Chaffois (820^m), Seigne des Guinots et le Russey (870^m), Le Narbief et Prénovel (880^m), Arc-sous-Cicon (800^m), Charquemont (898^m);

de 900 à 1000^m, Mouthe (920^m), Arsure-Arsurette (930^m);

plus haut que 1000^m, Bois-d'Amont (1050^m), Le Gardot (1230^m).

Leurs tourbes sont généralement hypno-caricières à la base, sphagneuses au sommet. Cependant à Charquemont la masse tourbeuse est entièrement formée de Sphaignes et de Linaigrettes. Dans l'ensemble elles sont riches ou assez riches en pollens à l'exception de celle de La Vèze et de la partie inférieure de la tourbière de Bois d'Amont.

L'histoire forestière qui se dégage de la lecture des diagrammes polliniques comporte les phases suivantes :

1° Pin dominant, Bouleau, Coudrier, Chênaie-Mixte, Sapin, Épicéa;

2° Coudrier (1re poussée) avec Pin, Chênaie-Mixte, Sapin, Épicéa;

3° Chênaie-Mixte (avec parfois 2e poussée du Coudrier) souvent peu marquée, sauf à Prenovel où elle est bien épanouie;

4° Sapin ou Sapin-Hêtre-Épicéa;

5° Hêtre-Sapin-Épicéa; phase généralement fruste marquée par une poussée du Hêtre, qui est rarement dominant; elle est cependant très nette au Narbief où elle revêt une certaine importance;

6° Sapin-Épicéa-Hêtre ou Épicéa-Sapin-Hêtre, ensemble représenté dans toutes les tourbières étudiées sauf à La Vèze; phase particulièrement nette à Prénovel et à Bois d'Amont;

7° Phase terminale avec poussée de Pin.

Cette histoire correspond au point de vue climatique aux périodes : boréale (phases 1 et 2), atlantique (phases 3 et 4), subboréale (phase 5) et subatlantique-actuelle (phases 6 et 7), du Flandrien.

Les fluctuations de l'Épicéa offrent ici un intérêt particulier, car le Jura est à la limite occidentale d'extension naturelle de cet arbre pendant le Flandrien. Cette essence apparaît

---

(1) Séance du 1er juillet 1946.

(2) G. Dubois, Mme C. Dubois et F. Firtion, *Rev. Sc. Nat. Auvergne*, N. S., **9**, 1943, pp. 44-50.

très tôt dans les différentes tourbières étudiées, sauf à La Vèze, où elle est absente Sa courbe d'extension est assez régulièrement ascendante à partir de la période atlantique où ses pourcentages polliniques sont voisins de 10 et 20, jusqu'à la période subatlantique-actuelle avec des pourcentages polliniques de 45 à 60 (Prénovel et Bois d'Amont).

En résumé, l'histoire forestière flandrienne du Jura français est très voisine de celle de la Suisse, notamment par le grand développement que prend l'Épicéa jusqu'à 20^{km} au moins à l'ouest de la frontière franco-suisse. Elle diffère très apparemment de celle des Alpes de Savoie ([3]) par une apparition plus précoce et un développement de l'Épicéa plus progressif, sans la mutation forestière brutale du Sapin faisant place à l'Épicéa qu'on observe en Savoie. Elle diffère également de toutes les autres régions montagneuses françaises par la présence de cet arbre qu'on ne connaît pas à l'état spontané dans la sylve flandrienne, fossile et actuelle, ailleurs qu'au Jura et en Savoie.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur l'utilisation des bigrilles-électromètres à grille isolée et à plaque fortement négative en électricité atmosphérique.* Note ([1]) de M. **Jean Lacaze**, présentée par M. Charles Maurain.

L'isolement de la grille extérieure isolée d'une bigrille est de l'ordre de 10^{15} ohms (J. Dubois, *Annales d'Astrophysique*, 3, 1940), et sa variabilité est essentiellement due aux phénomènes superficiels ou extérieurs : conductibilité des dépôts, organiques ou humides, et de l'air.

D'autre part les résistances de fuite (ou de polarisation) introduisent des constantes de temps prohibitives si elles dépassent 10^{11} ohms ([2]), et sont alors infiniment variables (variation de résistance propre et non superficielle ou extérieure).

Mais, si l'on polarise une grille de bigrille à l'aide d'une résistance de 10^{11} ohms, le courant de cette grille est, à voltage égal, 10000 fois celui de la grille isolée, ce qui est inacceptable pour des mesures de potentiel ([3]) ou de charges ([4]).

Par contre l'utilisation simultanée d'une grille extérieure isolée GE et d'une plaque P fortement négative réduit encore le courant de GE; *la tension fortement négative de la plaque a le même effet qu'une augmentation considérable de l'isolement de* GE, et diminue par là-même l'importance de la variabilité éventuelle de cet isolement.

Les précautions usuelles de nettoyage et de blindage électrostatique étant

---

([3]) G. Dubois et Mme C. Dubois, *Rev. Sc. Nat. Auvergne*, N. S., 6, 1940, pp. 53-80.

([1]) Séance du 1er juillet 1946.

([2]) A. Rogozinski et L. Goldstein, *Cahiers de Physique*, octobre 1941, pp. 25-37.

([3]) P. Idrac, *Mémorial de l'O. N. M.*, 1928.

([4]) A. Rogozinski, *Journal de Physique et le Radium*, 7, 1940, p. 285.

prises, cette disposition présente, en plus de la nécessité d'enregistrer le courant de chauffage, le défaut suivant : dans les recherches sur le gradient g du potentiel électrique de l'atmosphère [5] ou de la conductibilité électrique λ de l'air [6], il peut se faire que GE soit portée à un potentiel tel ou reçoit des charges telles que la caractéristique potentiel GE/courant de grille intérieure GI ne permette plus la détection de phénomènes anormaux (très grandes valeurs de g ou de λ); cela tient à ce que cette caractéristique a la forme d'une courbe en cloche à branches asymptotiques rapidement quasi parallèles à l'axe des abscisses.

Cependant, en utilisant l'une des régions les plus obliques de la caractéristique, dans lesquelles on peut aisément placer le potentiel d'équilibre de GE, il est possible de déceler, à l'aide d'un galvanomètre même peu sensible (Tinsley permettant d'apprécier $2,5.10^{-8}$ ampère) une variation du potentiel de GE égale à 1/100 de volt.

La sensibilité est proportionnelle à la capacité C_0 de GE, et, en ce qui concerne les mesures de λ, inversement proportionnelle à la capacité C_1 de l'armature interne du Gerdien et au carré de la différence entre le potentiel instantané de GE et son potentiel d'équilibre.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Les oxydations en fonction de la tension de l'oxygène chez les homéothermes. La* loi des tailles. Note [1] de M. **Jean Giaja**, présentée par M. Paul Portier.

A une température donnée, inférieure à la neutralité thermique, la consommation normale d'oxygène d'un homéotherme nécessite une certaine tension de ce gaz, au-dessous de laquelle les oxydations sont plus ou moins entravées. Ainsi, par exemple, un Rat de 270^g, accusant à la température ambiante de 18° une consommation de 1292^{cm^3} d'oxygène par kilogramme-heure, a besoin d'une tension d'oxygène de 95^{mm} de Hg. Lorsque l'on fait baisser la tension au-dessous de cette valeur, la consommation baisse et l'hypothermie apparaît. Dans ce cas le quotient $1292/95 = 13$ exprime l'effet de l'unité de tension sur l'intensité des oxydations dans les conditions normales de thermorégulation à la température extérieure de 18°. Comment se comporte ce *baroquotient* en fonction de la taille des homéothermes? On sait que dans un même milieu thermique l'intensité des oxydations intraorganiques est d'autant plus élevée que la masse de l'homéotherme est plus faible. Ainsi une Souris de 25^g consomme 4320^{cm^3} d'oxygène par kilogramme-heure à la température ambiante

(5) P. Lejay, *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 2171.
(6) J. Lacaze, *ibid.*, **222**, 1946, p. 1242.

(1) Séance du 3 juin 1946.

de 18°, c'est-à-dire plus que trois fois autant que le Rat. Cette consommation élevée de la Souris est assurée par une tension-limite de 85^{mm}. D'où pour la Souris le quotient 4320/85 = 50. Ainsi à la même température extérieure l'effet de la tension de l'oxygène sur la consommation de ce gaz est de 13 chez le Rat et de 50 chez la Souris.

A travers ces faits, que l'on constate également chez les oiseaux, on voit s'esquisser une *loi des tailles* concernant le rapport entre la consommation d'oxygène et le minimum de tension nécessaire pour cette consommation. *Ce rapport a une valeur d'autant plus élevée que la masse corporelle de l'homéotherme est plus faible.*

Cette loi était à prévoir, comme le montre jusqu'à l'évidence la considération suivante. L'Homme, avec sa consommation de 200$^{cm^3}$ d'oxygène par kilogramme-heure dans des conditions de thermorégulation à peu près semblables à celles dans lesquelles le Rat consomme 1292$^{cm^3}$ et la Souris 4320$^{cm^3}$, aurait besoin d'une tension d'oxygène de quelques millimètres seulement, pour que chez lui le rapport entre la consommatiou et la tension fût du même ordre de grandeur que chez ces animaux, c'est-à-dire une tension bien inférieure à celle compatible avec la vie.

D'après ce que l'on sait sur l'apparition de l'hypothermie chez l'Homme sous l'effet de la dépression barométrique (Paul Bert; Behague, Garsaux et Richet fils), on peut admettre qu'aux températures moyennes la tension-limite nécessaire à la consommation normale d'oxygène est du même ordre de grandeur que chez le Rat et la Souris. En admettant la valeur de 90^{mm} (pression barométrique 450^{mm}, altitude au-dessus de 4000^{m}), le quotient qui, chez la Souris et le Rat, a respectivement les valeurs de 50 et de 13, aurait chez l'Homme la valeur de 200/90 = 2, 2. Tout approximative qu'elle soit, cette estimation chez l'Homme, ne permet pas moins d'affirmer que le quotient en question ne saurait chez lui atteindre, de près ni de loin, les valeurs qu'il a chez les homéothermes de faible taille.

Une remarque est à faire : le quotient exprimant le *rendement de la tension de l'oxygène* augmente chez un homéotherme donné avec l'intensité de ses échanges (Chevillard, Hamon et A. Mayer). De sorte que, pour avoir des valeurs comparables chez des homéothermes de différente taille, on devrait les placer non pas à la même température ambiante, mais à des températures qui, chez chacun d'eux, exigent le déploiement d'une même fraction de leur marge de thermogénèse. Dans ce cas la Souris devrait être placée à une température plus élevée que le Rat, afin que ces deux homéothermes fussent dans des conditions semblables de thermorégulation. On obtiendrait alors pour la Souris un quotient moins élevé, mais qui d'aucune façon ne saurait tomber à la hauteur du quotient du Rat (de 50 à 13). Ou bien, si la Souris est à 18°, le Rat devra être à une température de plusieurs degrés plus basse, pour qu'il se trouve dans la même position que la Souris entre son métabolisme de base et son métabolisme

de sommet. Mais, même en plaçant le Rat tout près de son métabolisme de sommet, son baroquotient n'atteint pas la valeur du même quotient chez la Souris à 18°, ainsi que le montre l'expérience suivante. Un Rat placé à la température de — 2° accuse une consommation de 4493^{cm^3}, c'est-à-dire à peu près la même que la Souris à 18°. Pour cette consommation le Rat a besoin de 138^{mm}, d'où le quotient 32. Donc, malgré les conditions plus favorables à un quotient élevé par rapport à la Souris, le rendement, pour une même consommation, est de 32 chez le Rat et de 15 chez la Souris.

Si, au lieu de rapporter la consommation à la masse, on la rapporte à la surface corporelle, on voit les différences concernant le baroquotient s'atténuer dans la même mesure que celles des échanges. C'est-à-dire que l'on retrouve la *loi des surfaces* pour le rapport entre la consommation d'oxygène et la tension.

Toutes les surfaces (pulmonaire, vasculaire ...) étant, théoriquement, pour des organismes géométriquement semblables, dans le même rapport avec la masse que l'est la surface du corps, on peut admettre que c'est le rapport entre les surfaces de pénétration et de contact et la masse dans laquelle s'opèrent les oxydations qui est le facteur dominant de l'effet de la tension sur l'intensité des oxydations dans l'organisme homéotherme.

BIOLOGIE PHYSICOCHIMIQUE. — *Sur un antigène lipoïdique extrait du Bacille tuberculeux.* Note [1] de Mlle **Nine Choucroun**, présentée par M. Robert Courrier.

Depuis qu'il a été montré, pour le pneumocoque d'abord, pour d'autres bactéries ensuite, que l'antigène spécifique de l'immunité pouvait être un hydrate de carbone, l'attention des chercheurs s'est portée sur les *hydrates de carbone* du Bacille tuberculeux. Le haut degré de réactivité de certains des hydrates de carbone isolés avec les sérums d'animaux tuberculeux, a fait sans cesse soupçonner que cette fraction du bacille de Koch devait jouer un rôle important dans le processus de la formation des anticorps. Aucune démonstration de ce fait n'avait pu jusqu'ici être apportée.

L'objet de cette Note est de montrer qu'un complexe d'hydrate de carbone et de lipoïde, extrait du Bacille tuberculeux, est capable de déterminer la formation d'anticorps, quand on l'inocule à des animaux normaux.

Les expériences qui ont conduit à ce résultat ont été poursuivies, utilisant comme matériaux d'investigation les deux fractions biologiquement actives qui ont été obtenues à partir d'un extrait huileux de cadavres bacillaires tuberculeux [2]. L'une de ces fractions est appelée *toxique*, car une dose aussi

---

(1) Séance du 24 juin 1946.

(2) Nine Choucroun, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1757; *ibid.*, **210**, 1940, pp. 511 et 749; *Science*, **98**, 1943, p. 327.

faible que 1/500 de mg (injectée en suspension dans l'huile de paraffine, dans le péritoine d'animaux sains) suffit à provoquer l'apparition de lésions pulmonaires. L'autre fraction, appelée fraction *sensibilisante*, est capable de développer l'hypersensibilité à la tuberculine (et aussi au Bacille tout entier) chez les animaux normaux qui reçoivent seulement 1/10 de milligramme de cette fraction suspendue dans l'huile de paraffine. Ces deux fractions ont été trouvées dans l'extrait huileux. Je rappelle que cet extrait huileux avait été préparé en vue d'élucider le mécanisme par lequel l'huile de paraffine exhalte le pouvoir des Bacilles morts, en ce qui regarde l'hypersensibilité tuberculinique et la production de lésions à distance. Nous avions supposé, et nous avons trouvé, que l'huile de paraffine extrait ces deux fractions des cadavres bacillaires. Toutes deux ont été précipitées de l'extrait huileux par le dioxane.

La fraction *toxique* est la portion de ce précipité soluble dans le chloroforme, après que ce précipité a été soigneusement lavé par le dioxane et l'alcool méthylique. C'est un polysaccharide ester de l'acide mycolique qui, après purification, contient encore 1,02 % d'azote et 0,53 % de phosphore. La fraction sensibilisante est la partie du précipité insoluble dans les solvants organiques usuels. Elle contient une forte proportion de protéines.

Des expériences préliminaires avaient fait supposer que la fraction sensibilisante développait aussi la résistance à l'infection. Des Cobayes normaux, préalablement préparés avec cet antigène sensibilisant, avaient montré un haut degré de résistance quand ils reçurent plus tard, dans le péritoine, une dose de 1/10 de milligramme de Bacilles vivants peu virulents H-37.

Dans les expériences suivantes, les Cobayes normaux furent préparés par une fraction sensibilisante déjà plus purifiée. Les animaux hypersensibilisés reçurent alors des Bacilles de grande virulence H-160 Corper. Ils montrèrent un certain degré de résistance, non seulement par leur survie, mais aussi par le degré de tuberculose de leurs organes. Cependant, en dépit du fait que dans quatre expériences successives, comprenant chacune au moins 15 animaux sensibilisés et 15 contrôles, la dose infectante a été abaissée jusqu'à 1/50 000 de milligramme, ces animaux hypersensibilisés n'ont pas montré la même résistance à l'infection que celle montrée par les animaux qui avaient été sensibilisés avec une fraction sensibilisante moins purifiée. Il était clair que, dans la fraction sensibilisante, *autre chose que l'antigène sensibilisant était responsable du haut degré de résistance à l'infection primitivement observée.*

D'autre part les animaux inoculés avec la fraction *toxique seule*, montraient une excellente résistance à l'infection quand ils étaient infectés plus de trois mois après avoir été inoculés par cette fraction *toxique*.

Enfin il y avait aussi quelque évidence que le complexe hydrate de carbone lipoïde constituant la fraction *toxique* déterminait chez l'animal neuf l'apparition d'anticorps. *Des Cobayes inoculés avec cette fraction* toxique *aussi bien que*

des Cobayes turberculeux, réagissaient davantage à l'injection intracutanée de quelques gamma de cette fraction que des animaux normaux.

Ces observations nous conduirent à penser que la résistance acquise développée chez les Cobayes par la fraction sensibilisante pouvait bien être due à la quantité même faible de fraction *toxique* probablement retenue dans le composé protéinique insoluble constituant la fraction sensibilisante.

Ces spéculations reçurent un puissant appui quand, récemment, nous fûmes à même de montrer que la portion hydrosoluble de l'hydrolyse de la fraction *toxique précipitait fortement les sérums de Cobayes et de Lapins qui avaient été inoculés avec le complexe seul.* Des précipitations nettes furent obtenues à des dilutions aussi élevées que 1/10000000 avec certains de ces sérums. De fortes précipitations furent également obtenues avec le sérum antibacille humain de Cheval (sérum aimablement donné par M. Heidelberger), et aussi avec le sérum de Lapins qui avaient reçu des Bacilles humains et aviaires cultivés sur le nouveau milieu *tween* 80, récemment décrit par R. H. Dubos et B. D. Davis (3).

Ce résultat est la première démonstration qu'un complexe hydrate de carbone-lipoïde, *soluble dans le chloroforme*, isolé du Bacille tuberculeux, fonctionne comme un antigène quand on l'injecte à des animaux normaux. Nos expériences montrent que cet antigène joue un rôle certain dans le processus du développement de la résistance à l'infection par le Bacille tuberculeux. Par là, il peut être déjà un matériel précieux d'investigation, un test, permettant de déceler la présence et de suivre le développement d'anticorps liés à l'immunité.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme d'action des sulfonamides.* Note de M. **David Libermann**, présentée par M. Maurice Javillier.

La théorie de Woods (1) et Fildes (2), suivant laquelle la sulfanilamide interfère avec l'acide *p*-aminobenzoïque dans la formation d'un enzyme, est généralement admise. Elle laisse pourtant sans explication certains faits expérimentaux, et se trouve souvent en contradiction avec la réalité.

En 1943, Auhagen (3) trouve que le facteur H′ de Woods est en réalité l'acide *p*-aminobenzoyl-*l*-glutamique et que ce dernier est dix fois plus actif que l'acide *p*-aminobenzoïque. Or l'acide *p*-aminobenzène-sulfonyl-*l*-glutamique, qui devrait représenter une fraction plus importante de l'enzyme hypothétique, est dépourvu de toute activité bactériostatique (4).

Les relations quantitatives existant entre l'acide *p*-aminobenzoïque et la sulfanilamide

---

(3) *Jour. Exp. Med.*, 83, 1946, p. 409.

(1) *Brit. J. exp. Path.*, 21, 1940, p. 74.

(2) *Lancet*, 1, 1940, p. 955.

(3) *Hoppe-Seylers Z.*, 277, 1943, p. 197.

(4) Dewing, Gray, Platt et Stephenson, *J. Chem. Soc.*, 1942, p. 239.

contredisent également cette théorie. Kuhn (5) tente d'expliquer cela par la différence d'affinité de ces deux produits pour la Bactérie. Enfin la spécificité de cette action réciproque est très limitée. On a trouvé de nombreux corps agissant comme antisulfonamides, et de nombreuses sulfonamides sans sensibilité pour l'acide *p*-aminobenzoïque. Le fait que les sulfonamides aient aussi une action bactéricide (6) parle également contre cette théorie.

Une nouvelle théorie, simple hypothèse de travail, paraît mieux cadrer avec les faits expérimentaux jusqu'ici connus. D'après elle, les sulfonamides interviennent dans la répartition de l'eau oxygénée existant dans l'organisme soit à l'état naissant, soit à l'état lié : pour cela, elles s'attaquent à la peroxydase sanguine, protégée par l'acide ascorbique. Or les sulfonamides n'ont pas prise sur ce dernier; par contre elles réagissent facilement avec son produit d'oxydation, l'acide déhydroascorbique, qui est en équilibre avec lui dans l'organisme.

En effet, si l'on ajoute à une solution aqueuse d'acide ascorbique des traces d'un sel ferrique et un peu d'eau oxygénée, la solution prend la teinte bleue du complexe entre le fer et l'acide déhydroascorbique. Si l'on ajoute alors une solution saturée de sulfanilamide, la teinte bleue disparaît instantanément. Neutralisée au bout de quelque temps, la solution abandonne un corps cristallisé, insoluble, dont la quantité augmente avec le temps.

L'acide *p*-aminobenzoïque et les produits analogues agissent comme antioxydants et empêchent l'acide déhydroascorbique de se former. Ceci explique pourquoi de petites quantités d'antisulfamide sont capables de bloquer l'action bactériostatique d'une masse importante du médicament, l'action anti-oxygène étant une action catalytique.

L'acide ascorbique étant bloqué, l'eau oxygénée oxyde la sulfonamide en dérivé azoxy correspondant (7), en une réaction irréversible [Lévitan et ses collaborateurs (8)].

Là ne s'arrête pas l'action de la sulfanilamide, puisqu'elle peut attaquer l'oxyhémoglobine, formant soit la méthémoglobine, soit la coproporphyrine III.

La Bactérie, ayant besoin d'eau oxygénée et surtout de peroxydase, ne peut plus se multiplier en aérobiose.

Si l'on associe à la sulfanilamide un agent goîtrigène, son activité est décuplée. La glande thyroïde, ayant besoin de peroxydase pour réaliser la synthèse de l'hormone, incite l'organisme à la formation de nouvelles quantités de peroxydase; l'agent goîtrigène, en privant la glande d'iode organique, supprime ce besoin. Ainsi la sulfonamide et le goîtrigène agissent en synergie. On a prouvé dernièrement que l'aminothiazol est un goîtrigène (9), et qu'en sa présence la glande thyroïde n'élabore plus l'hormone (10). Reste à prouver que

---

(5) *Ber. d. chem. Ges.*, 74, 1941, p. 1065.

(6) Colebrook et Cawston, *Lancet*, 1, 1945, p. 394.

(7) A moins que ce ne soit en 4-amino-5-phénolsulfonamide.

(8) Lévitan, Kolthoff et collab., *J. Am. chem. Soc.*, 65, 1943, p. 2265.

(9) Rivet, *Presse médicale*, 47, 1945, p. 640.

(10) Joliot-Curie et collab., *Soc. Méd. des Hôp. de Paris*, séance du 18 mai 1945.

aminopyridine, aminopyrimidine, aminopyrazine, aminothiodiazol sont eux aussi des goîtrigènes : l'iode en solution alcaline oxyde facilement les amines hétérocycliques en dérivés bicycliques.

Les homosulfanilamides agissent sur les Bactéries anaérobies et non sur les aérobies : l'éloignement plus grand des deux azotes ne permet pas la réaction avec l'acide déhydroascorbique. Ces corps attaquent non pas la peroxydase, mais la catalase, dont le rôle est de détruire l'eau oxygénée libre. Les aérobies ne pouvant pas se développer en présence de celle-ci, la bactériostase a lieu. Si l'on associe les goîtrigènes aux homosulfanilamides comme le marfanil, l'activité disparaît, les deux composants agissant en opposition : des produits de ce genre, préparés par Bergeim et Braker (11), se sont révélés inactifs.

La sulfamidorésistance peut s'expliquer en partie par le passage des aérobies facultatifs en anaérobiose.

PARASITOLOGIE. — *Un nouvel acarien parasite du Rat blanc.* Note (1) de M. **Jean Guilhon**, présentée par M. Émile Roubaud.

La gale de la variété albinos du Surmulot, décrite par Mégnin, en 1880, est provoquée par le parasitisme cutané du *Notoedres alepis* découvert, en 1864, par Legros et bien étudié, en 1893, par Railliet et Lucet. Depuis cette époque, il est classique d'admettre qu'il n'existe chez le Rat blanc, fréquemment utilisé dans les laboratoires, qu'une seule gale, dite notoédrique, qui se manifeste par des lésions hyperkératosiques localisées aux régions glabres. Cependant, nous avons eu l'occasion de constater, en 1941, dans un élevage de Rats blancs, à l'École vétérinaire d'Alfort, une enzootie de gale très meurtrière, dont les caractères cliniques s'apparentaient plutôt à ceux des gales sarcoptiques des mammifères qui sont, hormis deux exceptions, d'emblée extensives. Étonné par cette similitude symptomatique, nous avons effectué plusieurs prélèvements pour rechercher le parasite en cause. Nous avons alors eu la surprise d'observer un acarien nettement différent du Notoèdre sans écailles ou *Notoedres alepis* Railliet et Lucet 1893, mais très voisin, par sa forme générale et par les caractères de son ornementation dorsale, des nombreuses variétés humaine et animales du *Sarcoptes scabiei* Latreille 1806.

Depuis le travail de Railliet et Lucet, aucun acarien psorique nouveau n'ayant été décrit chez le Rat (2), nous avons pensé qu'il pouvait s'agir soit

(11) *J. Am. chem. Soc.*, 66, 1944, p. 1459.

(1) Séance du 1er juillet 1946.

(2) W. Schurmann a bien signalé, en 1909, une gale sarcoptique du Rat, mais l'auteur en donne une description qui correspond à celle de la gale notoédrique classique, connue depuis les travaux de Megnin et Railliet et Lucet.

d'une nouvelle variété de *Sarcoptes scabiei*, propre au Rat, soit d'une nouvelle espèce parasitaire.

L'étude morphologique comparée que nous avons effectuée nous incline à penser qu'il s'agit bien d'un Sarcopte, mais différent de l'espèce *Sarcoptes scabiei* Latreille 1806. La femelle du *Sarcoptes* sp. n. se différencie surtout des variétés du *Sarcoptes scabiei* par l'absence de cônes et d'épines sur la face dorsale, par le plus grand nombre de soies, aussi bien dorsales que ventrales, et par une quantité moindre d'écailles dorsales. Si l'on ajoute à ces différences, faciles à observer, l'absence d'ambulacres à la quatrième paire de pattes du mâle, il paraît possible d'admettre que l'acarien que nous avons trouvé, chez le Rat blanc, puisse se ranger dans le genre *Sarcoptes*, mais qu'il ne saurait être considéré comme une variété murine du *Sarcoptes scabiei*. Il est, en effet, aussi différent de n'importe quelle variété de *Sarcoptes scabiei* que l'est le *Notoedres alepis* des diverses variétés du *Notoedres cati* Hering 1838. Pour toutes ces raisons il nous semble devoir constituer une nouvelle espèce qui pourrait se nommer : *Sarcoptes anacanthos* ou Sarcopte sans épines. Cette désignation semble préférable à celle de *Sarcoptes ratti* qui pourrait laisser croire à l'existence d'une nouvelle variété de *Sarcoptes scabiei* propre au Rat. Le nouveau parasite répond à la description zoologique suivante : mâle 150 à 180$^{\mu}$; femelle 200 à 300$^{\mu}$; corps ovalaire, étranglé postérieurement chez la femelle, arrondi chez le mâle, marqué de plis tégumentaires parallèles, interrompus sur la partie médiane de la face dorsale, où s'insèrent environ 40 écailles, à pointes postérieures, disposées en rangées linéaires; onze paires de soies dorsales et six paires ventrales; absence de cônes notothoraciques et d'épines notogastriques; sternite de l'armature génitale du mâle plus ou moins uni aux épimères des pattes postérieures; anus au bord postérieur de la face ventrale; ventouses aux deux premières paires de pattes seulement, dans les deux sexes.

Cette nouvelle espèce de Sarcopte parasite de la couche cornée de l'épiderme du Rat blanc paraît incapable de se multiplier chez l'Homme, le Chien, le Chat, le Lapin, le Cobaye et la Souris. Il peut, néanmoins, provoquer du prurit chez ces diverses espèces et des altérations cutanées fugaces.

Conclusions. — La variété albinos du Surmulot (*Mus decumanus* Pallas) peut être parasitée par deux acariens psoriques de la famille des Sarcoptidés, le Notoèdre sans écailles ou *Notoedres alepis* Railliet et Lucet 1893 et le Sarcopte sans épines ou *Sarcoptes anacanthos* sp. n. Il s'ensuit que le Rat blanc peut être atteint de deux gales, d'une gale sarcoptique des régions pileuses, à évolution rapide, le plus souvent fatale, et de la gale notoédrique classique différente, par ses caractères cliniques et sa gravité, de la précédente.

MICROBIOLOGIE. — *Relations entre les rendements azoté et matériel de croissance des cultures de Staphylocoques.* Note [1] de MM. **Auguste Sartory, Benoit Wurtz** et Mlle **Thérèse Malenge.**

Les déterminations de rendement matériel de croissance, effectuées dans les microorganismes, ont pris naissance à la suite des travaux de Raulin sur l'*Aspergillus niger*. Elles ont été rendues possibles grâce à l'emploi d'un milieu de culture de composition exactement connue, renfermant une source alimentaire carbonée unique, dosable à n'importe quel moment du développement. Or des recherches parallèles, concernant la croissance des Bactéries et notamment le rendement matériel de croissance, sont restés très rares, ainsi que le constate J. Monod. Cet auteur s'est proposé, non de combler cette lacune, mais de grouper un certain nombre de données qui pourront apporter des indications utiles pour les recherches plus complètes qui s'imposent. Le petit nombre de celles-ci s'explique par la double difficulté de déterminer d'une façon commode et précise la quantité de matière vivante bactérienne formée, et surtout la quantité d'aliment utilisée au cours de la croissance. En effet, si la première difficulté est surmontable, la deuxième le paraît plus difficilement lorsqu'on ne connaît pas de milieu synthétique permettant de cultiver la bactérie envisagée. C'est pourquoi il a paru intéressant de rechercher, dans le cas général, si la culture sur le traditionnel *bouillon de viande* permettrait la détermination d'un rapport de croissance.

En dosant la quantité d'azote total initial du milieu, puis celle restant au moment où l'on arrête la culture, on détermine la consommation d'aliment azoté à deux conditions : 1° celle d'arrêter la culture avant que l'autolyse ne commence, sinon les déchets azotés des cellules mortes viendraient s'ajouter au chiffre de l'azote total restant. Cette condition est réalisée aussi longtemps que la culture se trouve en phase de croissance active, celle que Monod appelle la *phase exponentielle*, qui se termine lorsque le maximum de récolte est atteint; 2° les synthèses protoplasmiques se faisant à partir d'un aliment à la fois carboné et azoté, s'accompagnent de mise en liberté de quantités assez importantes de NH_3. Cette forme d'azote n'étant plus utilisable, il est nécessaire de la retrancher de la quantité d'azote total restant au moment où l'on arrête la culture pour connaître la quantité d'azote réellement utilisée dans la synthèse de la matière vivante. Il reste alors à déterminer la teneur de celle-ci en azote total : le rapport de l'azote alimentaire utilisé à l'azote vivant synthétisé est une fonction du rendement matériel de croissance, à condition que la teneur en azote de la bactérie soit constante.

Pour effectuer d'une façon commode et précise des déterminations systé-

---

[1] Séance du 1er juillet 1946.

matiques, il a fallu établir au préalable une courbe de croissance étalonnée, valable pour la bactérie étudiée, ici le Staphylocoque doré. La croissance étant évaluée au photocolorimètre, chaque division de la graduation correspond à un poids sec de bactéries, déterminé une fois pour toutes, après centrifugation, par pesée. Simultanément on a déterminé la quantité d'azote correspondant au même poids sec : cette teneur est effectivement constante et voisine, quel que soit le milieu envisagé et l'âge de la culture (celle-ci ne dépassant jamais 72 heures), de 18,3 % ; l'écart maximum entre diverses déterminations atteint 1,2 % (18,52 % et 18,1 %). Une simple lecture au photocolorimètre indique donc, par référence à la courbe-étalon, la quantité d'azote microbien synthétisée. On détermine dans le milieu de culture l'azote total restant, par la méthode de Kjeldahl, et de ce chiffre on retranche l'azote ammoniacal dosé après distillation. L'azote initial du bouillon a été déterminé une fois pour toutes.

Le chiffre obtenu pour le rendement azoté d'une culture de Staphylocoque sur bouillon de viande glucosé à 2 % a la valeur

$$r = \frac{74}{1670 - (1440 - 125)} = 0,20$$

N.....	initial.	microbien.	restant.	NH_3.
Milligrammes.........	1670	76	1440	125

Or ce chiffre, retrouvé dans toutes les expériences semblables à celle-ci, est très sensiblement du même ordre de grandeur que ceux traduisant le *rendement matériel* de diverses cultures microbiennes, valeurs établies par Monod dont voici quelques exemples :

B. subtilis, 0,20 ; *B. coli*, 0,24 ; *B. Typhi-murium*, 0,23.

Ainsi il se trouve que le rendement azoté traduit, à peu de chose près, le rendement matériel de croissance. Étant donné qu'il est possible de l'établir pour n'importe quel milieu naturel tel que le bouillon de viande, sa détermination systématique permettrait de combler la lacune signalée par J. Monod (²).

Il suffira, pour montrer l'intérêt de cette détermination, de citer l'un des résultats qu'elle a permis d'établir. Le rendement des cultures de Staphylocoque sur bouillon pur est très mauvais :

$$r = \frac{55,8}{1670 - (650 - 235)} = 0,05$$

N.....	initial.	bactérien.	restant.	NH_3.
Milligrammes.........	1670	55,8	650	235

Il suffit de diluer le bouillon au demi par exemple, pour voir le rendement

(²) *Recherches sur la croissance des cultures bactériennes*, Paris, 1942, p. 52.

doubler

$$r = \frac{38,4}{835 - (630 - 98)} = 0,12.$$

Cette expérience prouve, en accord avec ce que l'on sait de l'utilisation des aliments carbonés par l'*Aspergillus niger*, qu'une trop forte concentration initiale en aliment, qu'il soit carboné ou azoté, provoque une consommation de luxe, expliquant le faible rendement de la première des deux expériences précédentes.

A 15^h55^m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16^h20^m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 29 avril 1946.)

Note de MM. *Pierre Tauzin* et *Léonce Rault*, Influence de quelques facteurs sur la photophorèse des particules en suspension d'air :

Page 1038, lignes 25 et 26, *lire* les particules les plus grosses sont repoussées par la lumière, alors que les plus petites sont attirées.

(Séance du 13 mai 1946).

Note de M. *Auguste Chevalier*, Sur deux arbres remarquables de la Forêt du Gabon :

Page 1152, lignes 8 et 9 en remontant, *au lieu de* longues de 6 à 10^{mm}, *lire* longues de 6 à 10^{cm}; ligne 7 en remontant, *au lieu de* corolle blanche, à 4 pétales petits, filiformes et l'étendant plus grand, élargi au sommet, étamines 10, à anthères rouges, *lire* calice, corolle et base des étamines soudés en périanthe, 5 sépales, 5 pétales, 5 étamines; la plante paraît ainsi distincte du genre *Brachystegia* et doit constituer le genre nouveau *Zingania* Chev., avec l'unique espèce *Z. Fleuryana* Chev.